



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en la fabricación de gabinetes, Arai Industrial SAC, Puente Piedra, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:
Samata Huaman, Dennis Bryan (ORCID: 0000-0003-3797-600X)

ASESORA:
Msc. Delgado Montes, Mary Laura (ORCID: 0000-0001-9639-657X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Gestión Empresarial y
Productiva

LIMA – PERÚ
2019

Dedicatoria


A mi madre, por su gran ejemplo de lucha y perseverancia, por su apoyo incondicional; y a mi padre por haberme dado hermanos con buenos principios que me dieron la oportunidad de sobresalir y permitirme llegar hasta aquí y seguir adelante en mi formación profesional.

Agradecimiento

A mi familia, a los docentes involucrados en mi formación profesional desde el inicio a fin y a mis compañeros de universidad y de centro de trabajo. Pues todos me brindaron el apoyo y optimismo para poder llegar hasta este punto de mi desarrollo personal.

A la empresa de metal mecánica por haberme dado la facilidad y los medios para llevar a cabo esta tesis.

Página del jurado

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

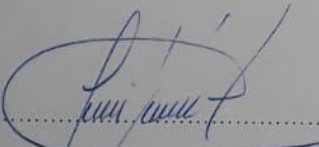
El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don (a):
Samata Huaman, Dennis Bryan


cuyo título es:

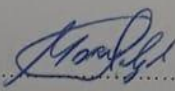
Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en la
fabricación de gabinetes, Arai industrial SAC, Puente Piedra, 2019

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de
preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:
.....14....(número) ...CATORCE.... (letras).

Los Olivos, 19 de julio del 2019


.....
Presidente


.....
Secretario


.....
Vocal

Declaratoria de Autenticidad

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Dennis Bryan Samata Huaman, con DNI N° 70166179, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 19 de julio del 2019



.....
Samata Huaman, Dennis Bryan

ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	ix
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática	2
1.2. Antecedentes	12
1.3. Marco teórico	18
1.3.1. Fabricación en el sector metalmecánico.....	18
1.3.2. Productividad.....	19
1.3.3. Estudio del Trabajo.....	23
1.4. Formulación del problema	36
1.4.1. Problema General	36
1.4.2. Problemas Específicos	36
1.5. Justificación del estudio	36
1.6. Hipótesis	38
1.6.1. Hipótesis General	38
1.6.2. Hipótesis Específicos.....	38
1.7. Objetivos de la Investigación.....	38
1.7.1. Objetivo General.....	38
1.7.2. Objetivos Específicos	38
II. MÉTODO	40
2.1. Tipo y diseño de investigación	41
2.1.1. Tipo de investigación	41
2.1.2. Enfoque de la investigación.....	41

2.1.3.	Nivel de investigación	41
2.1.4.	Diseño de investigación.....	42
2.2.	Operacionalización de variables	43
2.2.1.	Variable independiente: Estudio del trabajo.....	43
2.2.2.	Variable dependiente: Productividad.....	44
2.3.	Población y muestra.....	46
2.3.1.	Población	46
2.3.2.	Muestra	46
2.3.3.	Selección de la unidad de análisis	46
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	47
2.4.1.	Técnicas	47
2.4.2.	Instrumentos	47
2.4.3.	Validez.....	48
2.4.4.	Confiabilidad	48
2.5.	Procedimiento	49
2.5.1.	Situación antes de la propuesta de mejora.....	49
2.5.2.	Ejecución de la propuesta de mejora	66
2.5.3.	Situación después de la propuesta de mejora	95
2.5.4.	Análisis económico financiero	104
2.6.	Método de análisis de datos	106
2.7.	Aspectos éticos	107
III.	RESULTADOS	108
3.1.	Análisis descriptivo.....	109
3.1.1.	Variable Dependiente: PRODUCTIVIDAD	109
3.1.2.	Variable Independiente: ESTUDIO DEL TRABAJO.....	112
3.2.	Análisis inferencial	114
3.2.1.	Hipótesis General	114
3.2.2.	Hipótesis Específicas	116
IV.	DISCUSIÓN.....	122

V. CONCLUSIONES	128
VI. RECOMENDACIONES	130
REFERENCIAS	132
ANEXOS.....	138
Anexo 1: Validación de instrumentos	139
Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos.....	142
Anexo 3: Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	144
Anexo 4: Turnitin	144
Anexo 5: Autorización para la publicación electrónica	144
Anexo 6: Autorización de la versión final del trabajo de investigación	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Motivos de los atrasos en el área de fabricación durante 1 mes	4
Tabla N° 2: Principales causas de la baja productividad en el proceso de fabricación ..	5
Tabla N° 3: Matriz de correlación	8
Tabla N° 4: Estratificación de causas	10
Tabla N° 5: Alternativas de solución.....	11
Tabla N° 6: Descomposición del tiempo de fabricación	21
Tabla N° 7: Indicadores de la productividad	23
Tabla N° 8: Simbología	28
Tabla N° 9: Matriz de coherencia.....	39
Tabla N° 10: Matriz de operacionalización de variables.....	45
Tabla N° 11: Juicio de expertos.....	48
Tabla N° 12: Materiales para la fabricación de gabinetes	56
Tabla N° 13: Maquinaria de la empresa	56
Tabla N° 14: Tiempo observado de fabricación de cajas PRE-TEST	57
Tabla N° 15: Tiempo observado de fabricación de puertas PRE-TEST	58
Tabla N° 16: Tiempo total de fabricación por unidad	59
Tabla N° 17: Medición de la eficiencia, eficacia y productividad PRE-TEST	60
Tabla N° 18: Cálculo del número de muestras PRE-TEST	61
Tabla N° 19: Cálculo del promedio de observaciones PRE-TEST	62
Tabla N° 20: Tiempo estándar PRE-TEST	63
Tabla N° 21: Análisis del flujo del proceso 1 PRE-TEST	64
Tabla N° 22: Análisis del flujo del proceso 2 PRE-TEST	66
Tabla N° 23: Medición del índice de actividades PRE-TEST	67
Tabla N° 24: Gantt de la propuesta	69
Tabla N° 25: Presupuesto de la propuesta	72
Tabla N° 26: Análisis del interrogatorio sistemático (cajas) 1	75
Tabla N° 27: Análisis del interrogatorio sistemático (puertas) 1	76
Tabla N° 28: Análisis del interrogatorio sistemático (cajas) 2	77
Tabla N° 29: Análisis del interrogatorio sistemático (puertas) 2	79
Tabla N° 30: Costeo de la materia prima	80
Tabla N° 31: Costeo de la mano de obra	80
Tabla N° 32: Costeo de los costos indirectos de fabricación	81

Tabla N° 33: Costo unitario	81
Tabla N° 34: Manual del nuevo método de actividades	82
Tabla N° 35: Tiempo observado de fabricación de cajas POST-TEST	94
Tabla N° 36: Tiempo observado de fabricación de puertas POST-TEST.....	95
Tabla N° 37: Tiempo total de fabricación por unidad despues de la mejora.....	95
Tabla N° 38: Comparación de tiempos	96
Tabla N° 39: Medición de la eficiencia, eficacia y productividad POST-TEST.....	97
Tabla N° 40: Cálculo del número de muestras POST-TEST	98
Tabla N° 41: Cálculo del promedio de las observaciones POST-TEST	99
Tabla N° 42: Tiempo estándar POST-TEST	100
Tabla N° 43: Cálculo del tiempo estándar opcional.....	101
Tabla N° 44: Análisis del flujo del proceso 1 POST-TEST	102
Tabla N° 45: Análisis del flujo del proceso 2 POST-TEST.....	104
Tabla N° 46: Medición de índice de actividades POST-TEST	105
Tabla N° 47: Inversión	106
Tabla N° 48: Material mensual.....	106
Tabla N° 49: Flujo efectivo	107
Tabla N° 50: Resultados de la productividad	111
Tabla N° 51: Resultados de la eficiencia.....	112
Tabla N° 52: Resultados de la eficacia.....	113
Tabla N° 53: Resultados del estudio de tiempos	114
Tabla N° 54: Resultado del estudio de métodos.....	115
Tabla N° 55: Pruebas de normalidad (productividad).....	116
Tabla N° 56: Resultados de análisis de Wilcoxon (productividad).....	117
Tabla N° 57: Análisis de significancia de los resultados de Wilcoxon (productividad)118	
Tabla N° 58: Pruebas de normalidad (eficiencia).....	119
Tabla N° 59: Resultados de análisis de Wilcoxon (eficiencia)	119
Tabla N° 60: Análisis de significancia de los resultados de Wilcoxon (eficiencia).....	120
Tabla N° 61: Pruebas de normalidad (eficacia).....	121
Tabla N° 62: Resultados de análisis de Wilcoxon (eficacia)	122
Tabla N° 63: Análisis de significancia de los resultados de Wilcoxon (eficacia).....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Índice de volumen de fabricación de otros productos de metal n.c.p. (2012-2017).....	3
Figura N° 2: Diagrama de Ishikawa del proceso de fabricación de gabinetes en la empresa Arai industrial sac, 2018.....	7
Figura N° 3: Diagrama de Pareto de las Causas de la Baja productividad.....	9
Figura N° 4: Estratificación de causas.....	10
Figura N° 5: Matriz de priorización	11
Figura N° 6: Representación tiempo tipo	25
Figura N° 7: Tabla de westinghouse	25
Figura N° 8: Tabla General electric.....	26
Figura N° 9: Sistema de calificación de Westinghouse.....	26
Figura N° 10: Sistema de suplementos.....	27
Figura N° 11: Diagrama del proceso de operación	29
Figura N° 12: Diagrama bimanual	31
Figura N° 13: Diagrama de control	32
Figura N° 14: Diagrama de circulación.....	33
Figura N° 15: Organigrama de las áreas de la empresa.....	49
Figura N° 16: Organigrama de los cargos de la empresa	50
Figura N° 17: Logos de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC.....	50
Figura N° 18: Misión y visión de la empresa	51
Figura N° 19: Producto bandera	51
Figura N° 20: Diagrama de procesos	52
Figura N° 21: Actividades del proceso de fabricación del gabinete	53
Figura N° 22: Alternativas de solución	66
Figura N° 23: Cambio de maquinas manuales	82
Figura N° 24: Actividad 17 de fabricación de cajas.....	83
Figura N° 25: Actividad 18 de fabricación de cajas.....	83
Figura N° 26: Manipulación de la dobladora manual	84
Figura N° 27: Ubicación del producto terminado	86
Figura N° 28: Ubicación de las herramientas.....	87
Figura N° 29: Actividad C13 de fabricación de puertas.....	89

Figura N° 30: Actividad C14 de fabricación de puertas.....	90
Figura N° 31: Actividad 10 de la fabricación de cajas	90
Figura N° 32: Comparación de la productividad.....	109
Figura N° 33: Comparación de la eficiencia	110
Figura N° 34: Comparación de eficacia	111
Figura N° 35: Comparación del estudio de tiempos.....	112
Figura N° 36: Comparación del estudio del método	113

RESUMEN

La presente investigación titulada “Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en la fabricación de gabinetes, ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019”, tuvo como objetivo general determinar de qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejore la productividad en la fabricación de gabinetes, ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019. Puesto que para tal fin se aplicaron fundamentos teóricos de la variable dependiente Productividad con sus dos dimensiones, eficiencia y eficacia; y la variable independiente Estudio del trabajo con sus dos dimensiones, estudio de tiempos y estudio de métodos. Con la finalidad de llevar la teoría a la práctica, y así hacer frente a la baja productividad producida por los retrasos en la fabricación de gabinetes.

El diseño de investigación es cuasi experimental, por su finalidad aplicada, con un enfoque cuantitativo, y con una población y muestra de 20 días. La información fue recolectada por instrumentos de recolección de datos, como formatos de registro de tiempos, obtenidos por la observación directa en el campo. Puesto que la validación de los instrumentos se dio a través del criterio de tres jueces expertos.

Finalmente, en el análisis de la data se utilizó programas tales como Microsoft Excel y el SPSS v.23, para el análisis descriptivo e inferencial a través de tablas y gráficos.

Según los resultados obtenidos del SPSS v.23, muestra que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad antes y después es de 0.000, por ende, al ser inferior a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis que la aplicación del Estudio del trabajo mejora la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019.

Palabras claves: Estudio del trabajo, productividad, eficiencia y eficacia.

ABSTRACT

The present investigation entitled "Application of the study of the work to improve the productivity in the manufacture of cabinets, ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019", had as general objective to determine how the application of the Study of the work improves the productivity in the manufacture of cabinets, ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019. Since for this purpose theoretical foundations of the dependent variable Productivity with its two dimensions, efficiency and effectiveness were applied; and the independent variable Study of the work with its two dimensions, study of times and study of methods. In order to put the theory into practice, and thus face the low productivity produced by the delays in the manufacture of cabinets

The research design is quasi-experimental, for its applied purpose, with a quantitative approach, and with a population and sample of 20 days. The information was collected by data collection instruments, such as time recording formats, obtained by direct observation in the field. Since the validation of the instruments was given through the criteria of three expert judges.

Finally, in the analysis of the data, programs such as Microsoft Excel and SPSS v.23 were used for descriptive and inferential analysis through tables and graphs.

According to the results obtained from SPSS v.23, it shows that the significance of the Wilcoxon test, applied to productivity before and after, is 0.000, therefore, being less than 0.05, the null hypothesis is rejected and the hypothesis that the application of the Study of the work improves the productivity in the manufacturing process of cabinets of the company ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019.

Keywords: Study of work, productivity, efficiency and effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad las empresas de metalmecánica que producen artículos como gabinetes contra incendios y todo producto relacionado con la seguridad, están completamente vinculados con el sector de la construcción, puesto que éste está relacionado con el levantamiento de edificaciones o edificios, de manera que el sector crece aceleradamente a consecuencia del aumento de la población y la urbanización, que como resultado produce un crecimiento robusto económicamente.

A nivel internacional

El sector de la construcción en la actualidad en el ámbito internacional ha sido afectado los últimos años, ya que éste viene recuperándose tras el declive de la burbuja inmobiliaria de los Estados Unidos, puesto que para aquel país no fue tan difícil levantarse a comparación de las economías latinoamericanas, puesto que para ellos no ha sido completamente del todo bueno desde la tendencia creciente desde el año 2010. No obstante, La federación internacional de la industria de la construcción afirmó que el 6.5% del PIB mundial fue aportada por el segmento de la construcción en Latinoamérica. (ANDRADE, 2018)

Frente a este constante crecimiento poblacional, en el país las empresas de metal mecánica deben aprovechar a lo máximo con sus productos , puesto que frente a la construcción de edificaciones, obras y otros, las empresas deben mantenerse estables en el tiempo, ya que deben alcanzar su productividad constante o en creciente, puesto que ellos son las generadoras de empleo que aportan en conjunto a la economía del país, de tal forma que la industria de la metalmecánica es la fuente proveedora más significativa para diferentes sectores industriales de manera que contribuye con el desarrollo .

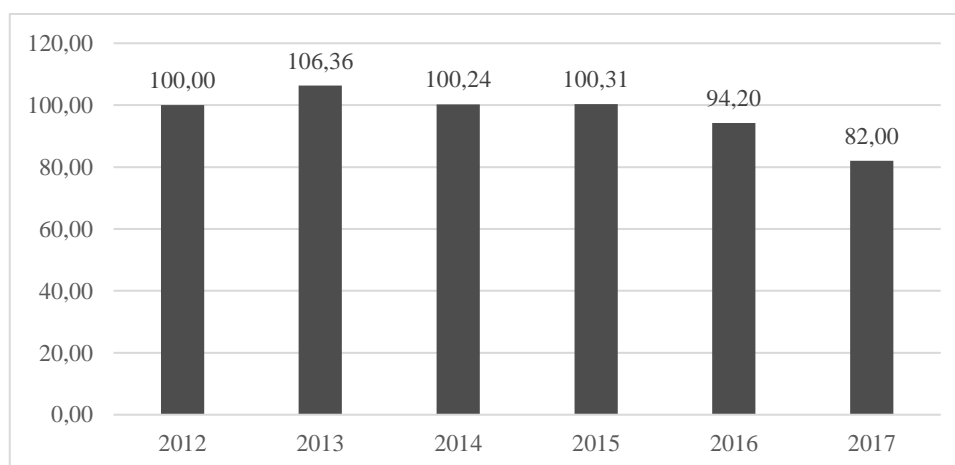
A nivel nacional

En el Perú, como en otros países en desarrollo, se enfrentan al reto de cumplir con las exigencias del mercado, ya que la evolución de la sociedad, la complejidad de las instalaciones y procesos industriales y la innovación de procesos hacen que la necesidad de obtener una productividad sea creciente. Según la Cámara de Comercio Lima en los meses de enero y junio del 2017 se mostró decrecimiento en las exportaciones del Perú en los sectores de Metalmecánico, química y sidero-metalúrgico lo cual viene a ser un problema eco-

nómico para el desempeño de las exportaciones; no obstante el que más resalto fue el sector de metalmecánico ya que serán de gran demanda en EE.UU tras los nuevos planes de apoyo que realiza en el gobierno del presidente Trump; además se estima que estos tres sectores nacionales aumentarán establemente tras la productividad de aquel país, permitiendo tener un mercado atractivo para el sector Metalmecánico con un 24% como proyección para 2018.(Cámara de comercio Lima, 2017). En el país, la metal mecánica es tan flexible a los factores externos como la competencia mundial, cambios políticos y otros, por ende es que afecta tanto a la economía nacional ya que existe una significativa y numerosa cantidad de empresas formales como informales que sienten los cambios.

A **nivel sectorial** la metalmecánica en el Perú está pasando por una recuperación tras su declive, puesto que éste está completamente relacionado con el sector de la construcción. El presente año 2018, el ministro de la producción manifestó que el sector metalmecánico registró en el primer cuatrimestre un crecimiento de 6.1%, esto estuvo asociado tras la recuperación del sector de la construcción, en consecuencia, del aumento de obras, edificaciones, centros comerciales y otros. (Gestión, 2018). Sin duda que ambos sectores están vinculados, por ello las empresas que producen gabinetes contra incendios y otros relacionados, que están dentro del segmento de fabricación de otros productos de metal n. c. p. (n.c.p = no clasificado previamente) en la Manufactura, están en constante competitividad, ya que la recuperación del sector de la construcción hace que los productos sean atractivos para el mercado.

Figura N° 1. Índice de volumen de fabricación de otros productos de metal n.c.p. (2012-2017)



Fuente: INEI

A nivel local

En este contexto, la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC está operando hace cuatro años en el rubro de metal mecánica que contribuye al mercado de la construcción a través de sus productos, cuya demanda es atendida para grandes y medianas empresas, aprovechando las oportunidades tal como el crecimiento del sector de construcción que cada día crece por la industrialización; la empresa en estudio se caracteriza por los buenos diseños de sus productos y su cartelera de modelos que fabrica, de manera que los gabinetes más vendidos son los adosados y empotrados estándar. No obstante, la empresa presenta varios atrasos en algunas actividades de fabricación a consecuencia de los siguientes motivos:

Tabla N° 1: Motivos de los retrasos en el proceso de fabricación durante 1 mes

Operaciones	Motivo de retrasos	Nro. de veces por 1 mes
SOLDADO	Deficiente control en la actividad	20
	Distracciones	20
	Cambio de piezas de cobre	50
ESMERILADO Y PULIDO	Insuficiente espacio por temporada	4
	Distracciones	20
PERFORADO	Deficiente control en la actividad	20
	Distracciones	20
	Búsqueda de herramientas	3
	Arreglo de máquinas manuales	4
LAVADO Y SECADO	Distracciones	20
PLANTILLADO Y PERFORADO	Búsqueda de herramientas	8
	Arreglo de máquinas manuales	3
	Distracciones	20
LIJADO Y PULIDO	Deficiente control en la actividad	20
	Distracciones	20
	Arreglo de máquinas manuales	4
	Sellado de roturas de masilla	15

Fuente: Elaboración propia

La información del cuadro, fue obtenida tras la observación directa del investigador y la colaboración de mandos medios, que a través de la experiencia y seguimiento del trabajo del día a día se pudo registrar las carencias que este afronta.

El área de fabricación está careciendo de falta de control, puesto que esto genera los atrasos mostrados, que en realidad son problemas graves, ya que, contando con equipos necesarios para el trabajo, no son eficaces debido a la falta de seguimiento de sus tiempos de trabajo, ya que el hincapié abarca en el recurso humano. La empresa de metal mecánica tiene un deficiente control en el tiempo de fabricación de sus productos, en donde una serie de actividades toman tiempo de más.

Mostrado todos estos motivos del retraso, el resultado es que afecta a la productividad de la empresa, alargando el tiempo de entrega. Por consiguiente se menciona que la baja productividad de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC está constituida por los siguientes causas: el tiempo improductivo, que es generada en los ingresos de los trabajadores a su centro de labor y después de almuerzo ya que demuestran los primeros 30 minutos la falta de entrega hacia sus actividades; las distracciones son generadas entre los jóvenes trabajadores por el poco seguimiento y control de los tiempos; los cambios de piezas de cobre constantemente, ya que suele recalentarse y dejar rebarba en la pieza de modo que se distraen rápidamente en ese lapso de tiempo; el insuficiente espacio para almacenar los productos terminados, hace que éstos estén cerca del área del las actividades de manera que estorban al operario; las operaciones no estandarizadas, aporta para un deficiente control en las actividades, ya que no cuenta con una base de datos para su seguimiento; la manipulación inadecuada del producto semiterminado, se da por falta de control y seguimiento, en el cual llega a perjudicar al producto; las averías de las maquinas manuales son dadas por el mal manejo y las formas inadecuadas de trabajar causando que los maquinas manuales se averíen en momentos más inoportunos; y otros que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla N° 2: Principales causas de la baja productividad en el proceso de fabricación

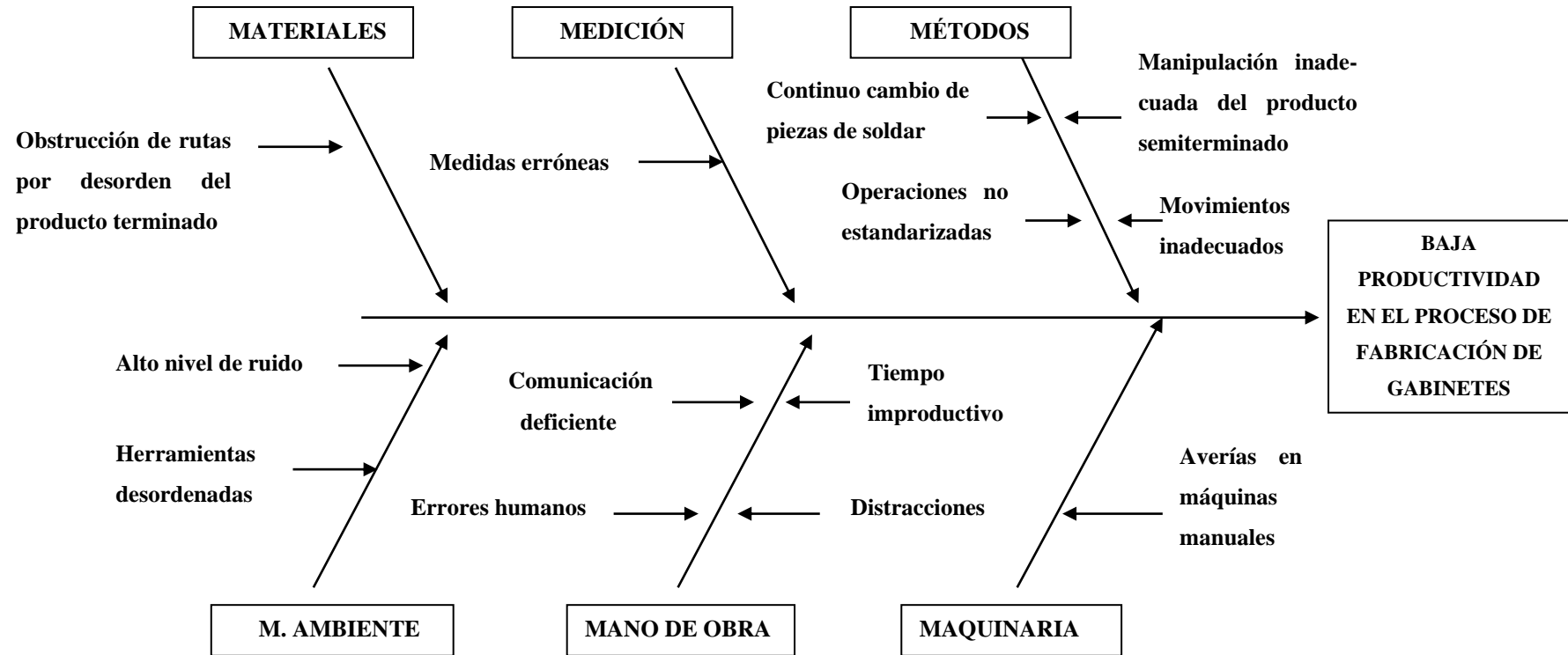
Nro	Causas
C1	Tiempo improductivo
C2	Personal distraído
C3	Manipulación inadecuada del producto
C4	Operaciones no estandarizadas

Nro	Causas
C5	Herramientas desordenadas
C6	Continuo cambio de piezas de soldar
C7	Averías en máquinas manuales
C8	Movimientos inadecuados en las operaciones
C9	Obstrucción de rutas por desorden del producto ter.
C10	Medidas erróneas
C11	Comunicación deficiente
C12	Errores humanos
C13	Alto nivel de ruido

Fuente: Elaboración propia

El cuadro anterior muestra las diferentes causas de la Baja productividad en la fabricación, con este dato se procedió a realizar la siguiente figura (Ishikawa) que nos permitió tener un mejor panorama del problema principal para su posterior análisis:

Figura N° 2: Diagrama de Ishikawa del proceso de fabricación de gabinetes en la empresa Arai industrial sac, 2018



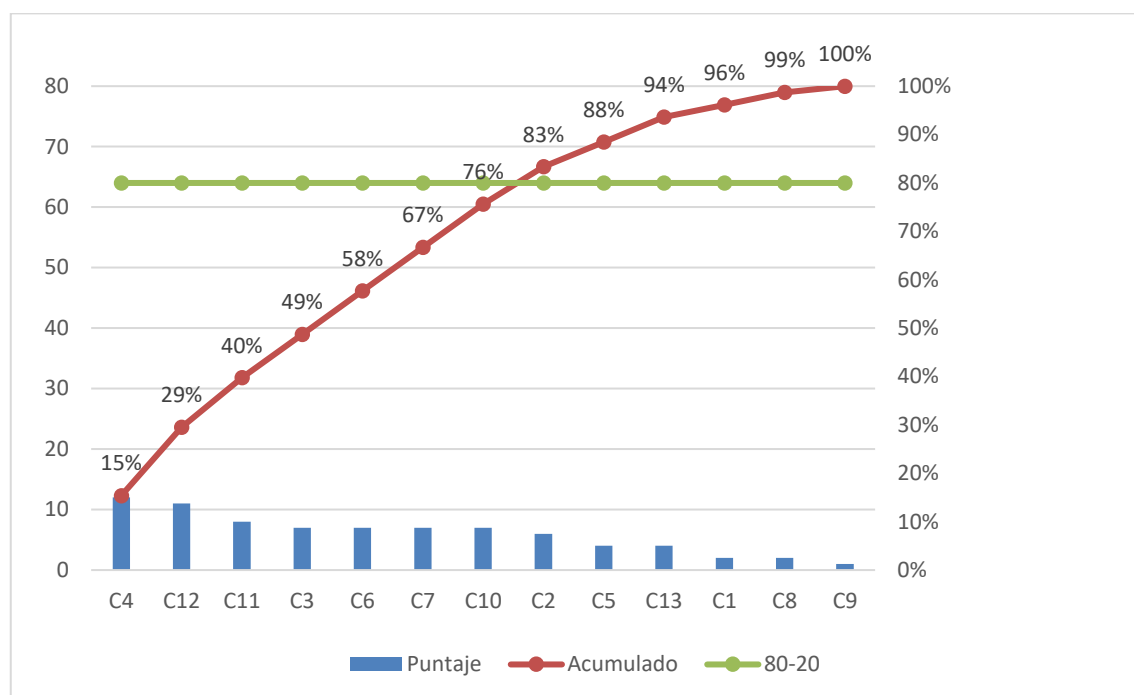
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 3: Matriz de correlación de Causas

Nro de causas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	Puntaje	%
C1: Obstrucción de rutas por desorden del producto terminado		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	3%
C2: Averías en máquinas manuales	1		0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	6	8%
C3: Medidas erróneas	1	1		0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	7	9%
C4: Operaciones no estandarizadas	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	15%
C5: Continuo cambio de piezas de soldar	1	0	0	0		0	0	1	1	0	0	0	1	4	5%
C6: Herramientas desordenadas	1	1	0	0	1		0	1	1	1	1	0	0	7	9%
C7: Manipulación inadecuado de productos semiterminados	1	0	1	0	1	1		1	1	0	0	0	1	7	9%
C8: Movimientos inadecuados	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	1	2	3%
C9: Alto nivel de ruido	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	1%
C10: Comunicación deficiente	1	1	1	0	1	0	1	1	1		0	0	0	7	9%
C11: Errores humanos	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1		0	0	8	10%
C12: Tiempo improductivo	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1		1	11	14%
C13: Distracciones	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0		4	5%
														78	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3: Diagrama de Pareto de las Causas de la Baja productividad



Fuente: Elaboración propia

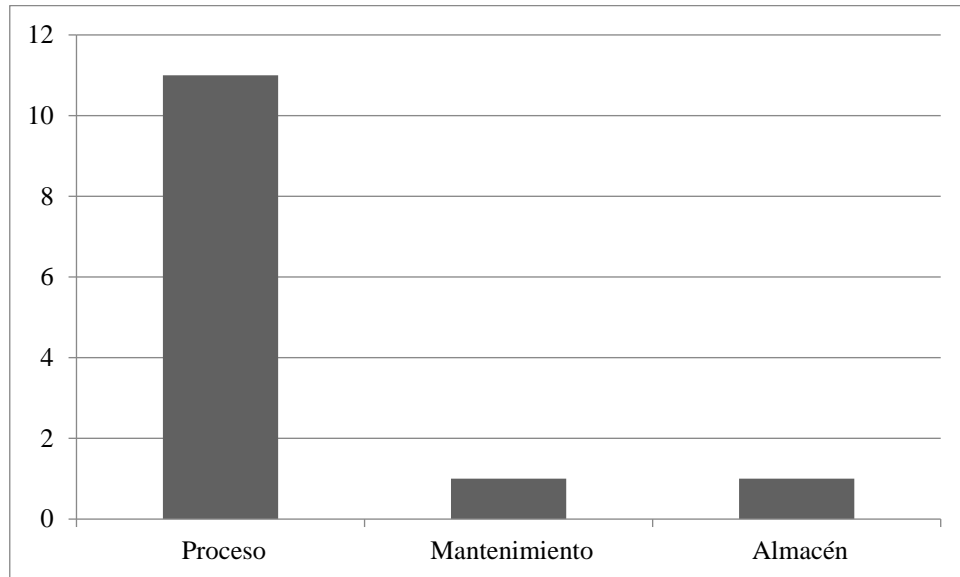
Con la información recopilada y ordenada en el diagrama de Pareto se concluyó que 7 causas representan el 76% casi el 80% del problema y que las causas más sobresalientes y significativas que contribuye a la existencia de una productividad baja en el área de fabricación son tres de las cuales forman el 40% del problema, por tanto, en el presente estudio se enfocara principalmente en ellos:

- C4: Operaciones no estandarizadas
- C12: Tiempo improductivo
- C11: Error humano

Las causas mencionadas perjudican directamente en el proceso, al no tener un control de sus actividades que permitan mantener una buena eficiencia y la eficacia de la mano de obra en el proceso de fabricación.

En el siguiente cuadro se muestra el nivel de problemas que tiene la empresa en sus diferentes ámbitos, donde el cual el trabajo se debe enfocar.

Figura N° 4: Estratificación de causas



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4: Estratificación de causas

Macroprocesos	Nº de causas
Proceso	11
Mantenimiento	1
Almacenamiento	1

Fuente: Elaboración propia

Se concluyó en qué la baja productividad nace en el ámbito del proceso, por lo tanto es importante orientar una solución en cuanto el control de sus actividades, ya que no existe una herramienta en el proceso de producción por la cual hace que la productividad sea baja y poco competitiva..

Tras la falta de una herramienta de calidad en el proceso se propone las siguientes alternativas de solución:

Tabla N° 5: Alternativas de solución

Alternativa	Valoración	%	Escala de valoración	
Ciclo de Deming	1	10%	1	Relación débil
Estudio de trabajo	5	50%	3	Relación fuerte
<i>Lean manufacturing</i>	3	30%	5	Relación muy fuerte
Teoría de restricciones	1	10%		

Fuente: Elaboración propia

La herramienta indicada para confrontar el problema principal de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, es el Estudio del Trabajo ya que se adecua con las exigencias del problema pertenecientes al área de fabricación, puesto que también es económica ya que la herramienta se basa en la evaluación de los tiempos y métodos adecuados para la aplicación de sus mejoras, por ende a la microempresa no tendrá problema en la aplicación de esta alternativa de solución.

Finalmente se puede resumir a través de esta matriz de priorización la estratificación del problema y la propuesta de mejora.

Figura N°5: Matriz de priorización

Consolidado de problemas por temas de:													
	Medición	Mano de obra	Materia prima	M. ambiente	Maquinaria	Método	Nivel de criticidad	Total de problemas	Tasa porcentual de problemas	Impacto	Cálificación	Prioridad	Medidas a tomar
Mantenimiento	0	0	0	0	1	0	Bajo	1	7,7%	2	2	2	TPM
Proceso	1	4	0	2	0	4	Alto	11	84,6%	10	110	1	Estudio del trabajo
Almacén	0	0	1	0	0	0	Bajo	1	7,7%	2	2	3	Gestión de almacenes
Total de problemas	2	4	1	1	1	4		13	1				

Fuente: Elaboración propia

1.2. Antecedentes

Se presenta los antecedentes nacionales e internacionales, donde el cual muestran procesos de producción con diferentes problemas dirigidos a la productividad, con significable influencia de la mano de obra, puesto que en cada antecedente se analiza la productividad y las mejoras propuestas utilizando las dimensiones, subdimensiones del estudio de trabajo. Los antecedentes se relacionan con la empresa en estudio, ya que en ambos sobresalta la influencia de la mano de obra en el proceso de producción con un solo fin de mejorar la productividad a través de la herramienta.

Nacionales

ABANTO, Carlos (2017), en su tesis “Aplicación del estudio de trabajo para la mejora de la productividad en el área de corte de la empresa industrias metálicas El Redentor S.A. – Lima, 2017”, de la Universidad Cesar Vallejo, Perú.

El estudio tuvo como objetivo determinar como el estudio de trabajo mejora la productividad en el área de corte, ya que el principal problema de ésta empresa fue la baja productividad por las diferentes causas que fueron justificadas para el uso del estudio de trabajo, y respecto las causas solo tres de ellas representan el 74 % del problema, no obstante la inexistencia de métodos de trabajo es la mayor causa con un 29 %, por otro lado esto genera que múltiples actividades tengan tiempos muertos.

Una de las propuestas de solución que el investigador es la aplicación del estudio de trabajo y como dimensiones el estudio de tiempos y de métodos en el área de producción ya que la herramienta es adecuada referente a su situación, como también lo indica su cuadro de alternativas de solución, puesto que el investigador prioriza las causas más altas y significables. El estudio logró observar un incremento de la productividad en un 26.95% , y respecto a la eficacia se incrementó un 12.12% tras la reducción de actividades innecesarias al proceso, y un incremento 16.93% en la eficiencia gracias al análisis y reducción de tiempos normales.. La investigación del investigador fue una investigación del tipo Aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y con un diseño experimental pura.

OROZCO, Eduard (2016), en su tesis “plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa CONFECCIONES DEPORTIVAS TODO SPORT. Chiclayo – 2015”, de la Universidad Señor de Sipán, Perú.

El estudio tuvo como objetivo diseñar un plan de mejora para aumentar su productividad en el área de producción, y como problemática el investigador señaló como a la deficiente producción y desorden en el área de producción, por lo cual fue motivo para la elaboración de aquel plan, por consiguiente la investigación tuvo como propuesta mejorar la productividad basándose a las herramientas de calidad como el estudio de tiempos, 5's, VSM y manufactura esbelta, aplicando la observación directa, fichas de control de tiempos, entrevistas y encuestas a las personas relacionadas al área elegida. El investigador diagnosticó a través de las entrevistas y encuestas que las causas de los problemas son principalmente por el recurso humano tales como falta de compromiso y trabajo en equipo, falta de personal y otros relacionados con una falta de herramienta de calidad, también el estudio determinó que el factor de mayor incidencia fue la ausencia de capacitaciones para el personal, y que a través de las herramientas la productividad de la mano de obra aumentará en un 6% y la global en un 15%. La investigación del autor fue una investigación del tipo Aplicada, con enfoque Cuantitativo, de alcance descriptivo y con un diseño no experimental.

ARANA, José (2015), en su tesis “Aplicación de técnicas de estudio del trabajo para incrementar la productividad del área de conversión en una planta de producción de lijas”, de la Universidad Católica de Santa María, Perú

El estudio tuvo como objetivo aplicar el estudio de trabajo para incrementar su productividad ya que tiene problemas como estancamiento en los niveles de producción, retrasos en la fecha de entrega y disminución gradual de la actividad productiva, de tal manera la causa de eso fue un cuello de botella en el área de conversión por deficiente control, la solución para esto fue aplicar las técnicas, como el estudio de tiempos y de métodos de trabajo, la investigación concluyó que las técnicas permite el incremento productivo en el área de conversión con un incremento registrado de 18.6% en el proceso de flexionado de rollos, 23.9% en el cortado de hoja y finalmente con 19.4% para el cortado de rollos. La investigación del autor fue una investigación del tipo Aplicada, con enfoque Cuantitativo, de alcance correlacional-explicativa, y con un diseño experimental- experimental.

ULCO, Claudia (2015), en su tesis “Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa INDUSTRIAS ART PRINT”, de la Universidad Cesar Vallejo, Perú.

El investigador tuvo como objetivo aplicar la ingeniería de métodos en la línea de producción de cajas de tal manera pueda incrementar la productividad de la mano de obra. Los problemas principales para la aplicación de esta herramienta fue por el recorrido de largas distancias, operaciones innecesarias y demoras innecesarias.

La propuesta es aplicar esta herramienta para aprovechar al máximo, el recurso básico que es el tiempo en el proceso de plastificado. El estudio concluyó que la herramienta permitió mejorar los procesos de plastificado, como también ayudo mejorar la productividad del recurso de mano de obra en un 19% con relación al estado inicial del estudio, como también se concluyó que al comparar estadísticamente el antes y después de las mejoras desarrolladas a través del tiempo la prueba T-student con pruebas pareadas arrojó que el nivel de significancia P fue menor a 0.05 en el cual se aceptó la hipótesis, por consiguiente se pudo confirmar en el estudio, que la herramienta si mejora la productividad de la mano de obra en la línea de producción de esa empresa.

La investigación del autor fue una investigación del tipo Aplicada, con enfoque Cuantitativo, de alcance descriptivo, y con un diseño pre experimental.

CHECA, Pool (2014), en su tesis “Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa CONFECCIONES SOL”, de la Universidad Privada del Norte, Perú.

El estudio tuvo como objetivo implementar una propuesta de mejora en el proceso productivo de manera que incremente la productividad en la línea de confección, ya que tuvo poco control de tiempos en sus actividades como también escaso seguimiento de sus materiales, las causas de la problemática se basaron como en la sobrecarga de capacidad de producción, poco control de costos de insumos y el descuido de sus tiempos de entrega, y como propuesta para hacer el frente a la problemática **se realizó el estudio de tiempo y método de trabajo** que como resultado se obtuvo el incremento de la productividad de 58.04% de la productividad inicial y se dio a conocer la necesidad de contratar más perso-

nal para las maquinarias de remallado. La investigación del autor fue una investigación del tipo aplicada, y con un diseño pre experimental.

Internacionales

LEMA, Reymi (2015), en su tesis “Estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de manteles de la empresa ALY ARTESANÍAS para mejorar la productividad”, de la Universidad De Las Américas, Ecuador.

El objetivo de la investigación fue optimizar los tiempos y movimientos de los procesos de producción de manteles, en el cual se pueda tener un estándar para la eficiencia y en sus lineamientos respecto a la gestión por procesos. Se concluyo que a través de el balanceo de líneas se pudo obtener el número de operarios necesarios en las líneas, la cual se requirió 9, lo que significó contratar uno más; y posteriormente como resultado financiero se pudo obtener un cambio atractivo de la productividad, de modo que al contratar un operario a la línea se aumentó la eficiencia y como también en su utilidad bruta en un \$ 639,40, por otro lado se determinó que el estudio al disminuir la distancia total recorrida mensual a través del diagrama de hilos en el área de tejidos en un 16% generando una utilidad bruta de \$14,55 respectivamente de las ventas adicionales. La investigación del autor fue una investigación del tipo Aplicada, y con un diseño pre experimental ya que utiliza un solo grupo de experimentación durante una línea de tiempo de 30 días.

ORTEGÓN, Sebastián (2015), en su tesis “Mejoramiento de la línea de producción de suelas en poliuretano, utilizando el método del estudio del trabajo, en la empresa FORMIPLASS S.A”, de la Universidad Autónoma de Occidente, Colombia.

El estudio tuvo como objetivo mejorar la línea de producción de poliuretano aplicando el estudio de trabajo, de tal manera se pueda utilizar de mejor forma los recursos de la línea, buscando los métodos ineficientes, conocimiento de las capacidades reales de los procesos y otros, que sirvieron como estrategias para generar mejoras dentro de los procesos; las mejoras de este proyecto estaban constituidas en tres etapas: La primera una investigación descriptiva de todas las actividades dentro del proceso productivo, la segunda fue por una estandarización de procesos y la tercera donde se hizo un estudio posterior a la estandarización donde se analizó su evolución, en esta propuesta se realizó un estudio cuantitativo

como el levantamiento de datos y análisis para tener una base de datos solido de la capacidad real. La investigación concluyó que el análisis realizado en cada etapa de la línea y los puntos de mejoramiento tuvo un aumento global en los procesos de la línea con un 20%. Tambien se determinó que el encargado tendrá que asignar una cantidad mínima de pedidos a sus diferente clientes, de tal manera sus operaciones puedan llegar al porcentaje máximo que se requieran en su productividad.. La investigación del autor fue una investigación del tipo Aplicada, con enfoque Cuantitativo, y con un diseño pre experimental.

FONSECA, Ismael (2015), en su estudio “Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera, en “MUEBLES FONSECA”, de la Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.

El estudio tuvo como objetivo optimizar los procesos dentro de la fabricación de las puerta de madera, a través de la **aplicación de la ingeniería de métodos** con la finalidad de mejorar la productividad en las área de armado, lacado, empacado; ya que tiene algunos problemas en el área de estudio como el retraso en la fabricación de modo que desprestigiaba a la empresa, que como consecuencia no cumplía con los plazos y la falta de seguridad en el área de fabricación. Como causa de los problemas apuntó al tiempo, es por lo cual el investigador utilizo el estudio de métodos, proponiendo establecer sistemas adecuados para la fabricación y una estandarización de tiempos de sus actividades dentro del proceso para un mejoramiento continuo.

El estudio concluyo que sí hubo un mejoramiento en la fabricación, ya que ahorra en el proceso un 16% de su tiempo y una reducción de sus actividades de 22% comparando con lo tradicional, de modo que la hipótesis de esta investigación fue aceptada tras la corroboración del Chi cuadrado que arrojó 0,05, de tal manera se logró solucionar los problemas satisfactoriamente, cumpliendo con el cliente e incrementado la rentabilidad sin inferir con la calidad del producto. La investigación del autor fue una investigación del tipo Aplicada, con enfoque Cuantitativo, de alcance descriptivo y con un diseño cuasi-experimental.

RIVERA, Erick (2014), en su tesis “Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el MUNICIPIO DE SALCAJÁ.”, de la Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

El objetivo de este estudio fue alcanzar la productividad con el uso del estudio de tiempos y movimientos ya que las demás empresas relacionadas, no tienen un control de su producción de manera que no cumplen con los plazos otorgados, funcionando de manera empírica, puesto que el investigador propuso aplicar esta herramienta con el fin de realizar mejoras en la elaboración de productos, reducir tiempo y para eliminar movimientos innecesarios y después realizar una guía de capacitaciones relacionadas al tema de estudio de tiempos y movimiento, y la productividad. El estudio consistió en realizar un análisis de la situación de tal manera realizar modificaciones en dichas actividades, también realizando capacitaciones de las distintas áreas críticas. El estudio se midió a través de la observación y levantamiento de datos, puesto que fueron tomadas antes de las capacitaciones y después, de tal manera al compararse se obtenía beneficios en la productividad ya que reducía tiempos y movimientos de producción. Se concluyó que la herramienta fue efectiva para el investigador ya que pudo determinar el tiempo y movimientos necesarios para la elaboración de los cortes típicos en el municipio. La investigación del autor fue una investigación del tipo Aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance y con un diseño experimental.

POSADA, Valentina (2014), en su tesis “Estudio de métodos y tiempos para mejorar la productividad en el sistema de cosecha de un ingenio azucarero”, de la Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia

El objetivo principal de este estudio fue evaluar las operaciones desarrolladas en el proceso de cargue y de corte de caña de azúcar, y la recepción de la caña larga como picada, también la evaluación de las restricciones y los tiempos muertos, de tal manera se pueda aplicar el estudio de tiempos y métodos. El principal problema fue que en el transcurso del tiempo entre el corte y la molienda afecta la calidad de la caña de azúcar, puesto que en ese lapso se genera una pérdida de sacarosa entre 0.014 y 0.02 puntos porcentuales por hora, debido a esto es que se aplica las técnicas para reducir tiempos. El investigador propuso medidas de control, que causen mejoramiento en la productividad, y disminución en los costos operativos, mediante el estudio de tiempos y movimientos de las operaciones, evaluando así el rendimiento de los recursos que se utilizan. El estudio concluyó que la información recolectada es útil para la estandarización de las operaciones dentro de los procesos, de tal manera contribuyendo al control de costos y el mejoramiento del entorno

del trabajador, obteniendo una organización competitiva. La investigación del autor fue una investigación del tipo Aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo.

1.3. Marco teórico

1.3.1. Fabricación en el sector metalmecánico.

El **sector** donde pertenece la empresa en estudio, es el sector de metalmecánica, pues esta industria comprende desde la obtención del metal, para su transformación en laminas, tubos, alambres y otros, hasta el procesamiento y obtención de productos de uso cotidiano.

De tal manera que la mayor parte de las empresas de metalmecánica son las que fabrican productos para el uso cotidiano, puesto que estas son las más numerosas en el país.

Pues la empresa aparte de pertenecer al sector de metalmecánica, está dentro del subsector de fabricación de otros productos de metal n. c. p; puesto que en aquel segmento está constituido por características que posee el producto en estudio.

La fabricación de gabinetes perteneciente al sector de metal mecánica, viene creciendo sincronizadamente con el crecimiento del sector de la construcción, ya que por cada edificación construida se instalan sistemas contra incendios, sistemas que requieren de estos productos para su funcionamiento de la obra. De tal forma este crecimiento hace que las empresas sean más competitivas en el sector.

El **área** de producción también llamada área de operaciones es en donde el presente estudio será enfocado, puesto que es el corazón de la empresa ya que tiene la función principal de elaborar productos para el uso cotidiano, pues esta área utiliza recursos para su funcionamiento tales como: materia prima, mano de obra, energía, capital, información. No solo las empresas productoras tienen esta área sino también las de servicio, ya que la palabra producción no solo implica producir bienes tangibles si no también intangibles.

El **proceso** de fabricación es la parte inicial de la elaboración de gabinetes, puesto que aquí es donde las láminas son transformadas en cajas y puertas, para sus respectivos tratamientos como perforaciones, soldadura de las uniones, limado, lijado y entre otros con la finalidad de dar pase a otros procesos como el recubrimiento del metal; de tal forma la optimi-

zación del tiempo de la mano de obra en este proceso es necesaria dentro del marco competitivo.

1.3.2. Productividad

La productividad en la actualidad es una de las preocupaciones de las empresas, ya que, para mantener la supervivencia de éste en el tiempo, la empresa debe alcanzar y mantener su productividad constante o en creciente, puesto que las industrias son los generadores de dinero que aportan en conjunto a la economía de un país, puesto que la industria de la metalmecánica es la fuente proveedora más significativa para diferentes sectores industriales de manera que contribuye interno y externo.

1.3.2.1. Definiciones de la productividad

Según Kanawaty (1996, p.4) la productividad viene a ser el vínculo entre la producción y los insumos.

Según Prokopenko (1989, p.3) la productividad se define como la manera eficiente de usar los recursos en la producción de un determinado producto o servicio.

“La productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o productos) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos)” (Carro, Gonzales, 2012, p.1).

Según García (2005, p.9) la productividad viene a ser el nivel de rendimiento de todos los recursos que se emplean para alcanzar un predeterminado objetivo, puesto que la productividad es el objetivo prioritario.

$$Productividad = \frac{Resultados\ logrados}{Recursos\ empleados}$$

1.3.2.2. Dimensiones de la productividad

EFICIENCIA

Según Prokopenko (1989, p.4) la eficiencia es la obtención de productos de alta calidad en poco tiempo posible.

Según García (2005, p.19) la eficiencia es la capacidad disponible en las horas- máquina y en las horas-hombre, puesto que permite alcanzar la productividad, de manera que se obtiene a través de turnos de trabajo en su debido tiempo.

$$Capacidad\ usada = Capacidad\ disponible - tiempo\ muerto$$

$$Eficiencia = \frac{Capacidad\ usada}{Capacidad\ disponible} \times 100\%$$

Los tiempos muertos son el hincapié de la eficiencia, puesto que el factor humano y máquina son los más afectados, quedando en el desaprovechamiento del tiempo en su respectivo turno, las principales causas de los tiempos muertos son:

- Falta de energía
- Falta de material
- Falta de personal
- Falta de tarjetas
- Falta de comunicación
- Mantenimiento
- Manufactura
- Producción
- Calidad

EFICACIA

Según Prokopenko (1989, p.5) la eficacia es la medida de llegar a cumplir los objetivos propuestos.

Según García (2005, p.19) la eficacia está relacionada con el cumplimiento de los objetivos, puesto son resultados que uno debe alcanzar, que puede estar relacionada con la calidad percibida, cantidades o también los dos, puesto que ha diferencia de la eficiencia que está relacionada al buen uso de los recursos aumentando la productividad, la eficacia es la encargada de hacer lo correcto.

$$Eficacia = \frac{Producción\ real}{Producción\ programada} \times 100\%$$

1.3.2.3. Productividad en las industrias

Según García (2005, p.16) el tiempo invertido en el campo productivo por el hombre y la máquina, para la elaboración de determinados productos se puede descomponerse en partes:

Tabla N° 6: Descomposición del tiempo de fabricación

Tiempo total de la operación en las condiciones existentes	Contenido del trabajo total	Contenido básico del trabajo del producto o de la operación
		1. Contenido del trabajo suplementario debido a ineficiencias en el diseño del producto
		2. Contenido del trabajo suplementario debido a métodos ineficientes de producción
	Tiempo improductivo total	3. Tiempo improductivo debido a deficiencias de la dirección
		4. Tiempo improductivo imputable del trabajador

Fuente: Estudio del trabajo (García, 2005)

El contenido básico del trabajo del producto o de la operación es el tiempo irreducible ya que éste es vital para producir un producto u operación, siempre y cuando el proceso, especificación y el métodos fuesen perfectos, todo esto si no hubiera pérdida de tiempo en las

actividades de la elaboración del producto(excepto las paradas normales, como el descanso del personal)puesto que nunca se alcanzará, pero el rol u objetivo de los dirigentes es aproximarse a lo más que se pueda al contenido básico del trabajador. El 1 y 2 se suman al contenido básico del trabajador, puesto que es lo ideal reducir.

Los tiempos improductivos son los factores que se debe eliminar o reducirlos, puesto que esto provoca un estancamiento o disminución de la productividad

1.3.2.4. Factores que influyen en la productividad en las empresas

El aumento de la productividad no cambia por si solo, si no son distintos partes que se comprometen para lograr o provocar metas, de tal forma sobresalir frente a los obstáculos que este enfrenta, formulando planes de acción para mejorar la productividad de la empresa, ya que las causas son generadas por el mismo personal o la empresa en general. Los siguientes factores restrictivos son los más comunes que suelen estar presentes:

- La actuación individual y combinada de los recursos físicos, los factores tecnológicos y los métodos de trabajo, puesto que tienen un significativo efecto en la productividad.
- El tamaño de las empresas tiene un efecto significativo en el aumento de la productividad, puesto que mientras mayor tamaño llegue a ser la empresa, los obstáculos también lo serán, dificultando las comunicaciones dentro y afuera de la empresa perjudicando con los objetivos y los resultados de la productividad.
- La incapacidad de medir el trabajo que se desarrolla dentro de las organizaciones, ya que la mayoría de las empresas desconocen procedimientos de evaluación y medición, lo que produce un ambiente inconforme entre los empleados.
- El reglamento gubernamental afecta cada vez más a la productividad de las empresas de manera negativa, ya que los recursos organizacionales son reducidos.
- La incapacidad de los altos mandos de las empresas para crear un clima laboral apropiado, y alcanzar de mejor manera los objetivos que se plantea la empresa en su día a día, ya que todos los encargados son responsables de sus respectivas áreas asignadas, donde desarrollen un favorable clima para sus trabajadores.

1.3.2.5. Indicadores de control de la productividad acordes al proceso productivo

Según García (2005, p.19) los principales indicadores de la productividad son:

Tabla N° 7: Indicadores de la productividad

Variables	Definición	Indicadores
Eficiencia	Capacidad disponible en las horas- máquina y en las horas-hombre, puesto que permite alcanzar la productividad, de manera que se obtiene a través de turnos de trabajo en su debido tiempo	. Tiempos muertos. . Desperdicio . Porcentaje de la utilización de la capacidad instalada.
Eficacia	Relacionada con el cumplimiento de los objetivos, puesto son resultados que uno debe alcanzar, que puede estar relacionada con la calidad percibida, cantidades o también los dos.	. Grado de cumplimiento de los programas de producción o de ventas . Demoras en los tiempos de entregas

Fuente: Estudio del trabajo (García, 2005)

$$\text{Productividad} = \text{Eficacia} / \text{Eficiencia}$$

1.3.3. Estudio del Trabajo

1.3.3.1. Definiciones del estudio del trabajo

Kanawaty (1996, p.9) menciona que el estudio de trabajo es la prueba sistemática de los métodos para desarrollar distintas actividades con el objetivo de utilizar eficazmente los recursos de mejor manera y establecer patrones de comportamiento de las actividades que suelen desarrollarse en el área de estudio.

1.3.3.2. Dimensiones del estudio del trabajo

Estudio de tiempos

Según Kanawaty (1996, p.273) El estudio de tiempos es una herramienta de medición de desempeño que permite levantar información sobre los tiempos y ritmos de las actividades

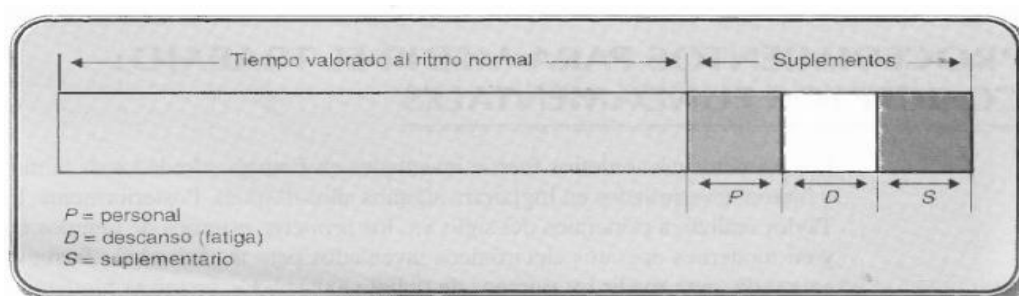
de un determinado trabajo, realizado por patrones determinados, y así evaluar los datos con el objetivo de encontrar límites de tiempos para las tareas respecto a una norma preestablecida de su desarrollo.

Según García (2005, p.185) Es una técnica que busca medir con mayor exactitud, mediante una limitada base numérica, obtenida a través de observaciones de una actividad determinada en el tiempo necesario con arreglo a unas directrices de rendimiento preestablecido.

Los pasos básicos para una realizar un estudio de tiempos de manera correcta son los siguientes:

- PREPARACIÓN:
 - . Selección de la actividad
 - . Selección del operario
 - . Actitud frente al operario
 - . Evaluación del método de trabajo
- EJECUCIÓN:
 - . Levantamiento de información
 - . Fraccionar la tarea en pequeños elementos
 - . Medir con cronometro
 - . Calcular el tiempo observado
- VALORACIÓN:
 - . Desempeño normal del operario promedio
 - . Método de valoración
 - . Cálculo del tiempo base o valorado
- SUPLEMENTOS:
 - . Evaluación de las demoras
 - . Estudio de la fatiga del trabajador
 - . Deducción de suplementos y sus tolerancias
- TIEMPO ESTÁNDAR
 - . Error del tiempo estándar
 - . Cálculo de frecuencia de los elementos
 - . Precisar los tiempos de interferencia
 - . Obtención del tiempo estándar

Figura N° 6: Representación del tiempo tipo



Fuente: Estudio de trabajo (García, 2005)

Medición del tiempo

Número de observaciones necesarias

Debido que las actividades son intervalos cortos de tiempo, el número de observaciones se establece en la tabla de Westinghouse.

Tabla de Westinghouse. Muestra el número veces en el que el analista debe realizar las observaciones en función al tiempo ciclo de una determinada actividad y la cantidad de piezas que fabrica anualmente.

Figura N°7: Tabla de Westinghouse

CUANDO EL TIEMPO POR PIEZA O CICLO ES:	NÚMERO MÍNIMO DE CICLOS A ESTUDIAR		
	ACTIVIDAD MÁS DE 10 000 POR AÑO	1 000 A 10 000	MENOS DE 1 000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Fuente: Estudio del trabajo (García, 2005)

La tabla General Electric. Muestra el número de observaciones que se debe cronometrar utilizando el tiempo de ciclos en minutos.

Figura N°8: Tabla de General Electric

TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)	NÚMERO DE CICLOS QUE CRONOMETRAR
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: Estudio del trabajo (García, 2005)

Valoración del ritmo de trabajo

Sistema de calificación

El sistema de calificación de Westinghouse, es una de las más completas y utilizadas en la mayor parte de los estudios de tiempos, puesto que en el sistema utiliza cuatro factores para calificar al trabajador, donde cada factor tiene niveles de calificación representados por valores numéricos.

Figura N°9: Sistema de calificación de Westinghouse

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficientes	-0.04	F	Deficiente

Fuente: La web del ingeniero industrial

Suplementos

Según García (2005) el suplemento en el estudio de trabajo es el tiempo que se da a un operario con el fin de compensar las demoras, los retrasos y aspectos contingentes que regularmente está constituida en una determinada tarea (p. 225)

Figura N°10: Sistema de suplementos

Instituto de Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de organización"				
Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales.				
1. Suplementos constantes		Hombres	Mujeres	
Suplementos por necesidades personales		5	7	
Suplementos base por fatiga		4	4	
2. Suplementos variables				
		Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por trabajar de pie		2	4	
B. Suplemento por postura anormal				
Ligeramente incómoda		0	1	
Incómoda (inclinado)		2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7	
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)				
Peso levantado por kilogramo				
2.5		0	1	
5		1	2	
7.5		2	3	
10		3	4	
12.5		4	6	
15		5	8	
17.5		7	10	
20		9	13	
22.5		11	16	
25		13	20 (max)	
30		17	—	
33.5		22	—	
D. Mala iluminación				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	
Bastante por debajo		2	2	
Absolutamente insuficiente		5	5	
E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)				
Índice de enfriamiento en el termómetro				
Número de - Suplemento				
Kata (milicalorías/cm²/segundo)				
15			0	
14			0	
12			0	
10			3	
8			10	
6			21	
5			31	
4			45	
3			64	
2			100	
F. Concentración intensa		Hombres	Mujeres	
Trabajos de cierta precisión		0	0	
Trabajos de precisión o fatigosos		2	2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		5	5	
G. Ruido				
Continuo		0	0	
Intermitente y fuerte		2	2	
Intermitente y muy fuerte		5	5	
Estrepitosa y fuerte				
H. Tensión mental				
Proceso bastante complejo		1	1	
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		4	4	
Muy complejo		8	8	
I. Monotonía				
Trabajo algo monótono		0	0	
Trabajo bastante monótono		1	1	
Trabajo muy monótono		4	4	
J. Tédio				
Trabajo algo aburrido		0	0	
Trabajo aburrido		2	1	
Trabajo muy aburrido		5	2	

Fuente: Estudio del trabajo (García, 2005)

Estudio de métodos

Según Kanawaty (1996, p.19) el estudio de métodos es el levantamiento de datos y evaluación crítica de las formas de desarrollo de las actividades, con el objetivo de realizar mejoras.

Según López, Alarcón, Rocha (2014, p.8) afirman que la ingeniería de métodos se encarga de realizar mejoras de las formas de trabajar dentro de un área fabril, teniendo en cuenta el valor del recurso humano en el proceso productivo; la técnica consiste en integrar al personal en una mejor forma de realizar un trabajo y buscar un mejor desempeño del trabajador en su área asignada.





1.3.3.3. Herramientas para el Estudio de trabajo



Diagramas

Diagrama de proceso

Este tipo de diagrama es una herramienta de representación gráfica de las actividades que se realiza en un proceso, mostrando de manera más clara, objetiva y secuencial los procedimientos a través de simbologías. Este diagrama es similar al diagrama de proceso de operación, pues los símbolos que se utilizan para este diagrama son:

Tabla 8: Simbología

ACTIVIDAD	EJEMPLOS	SÍMBOLOS
Operación	Apretar una tuerca, taladrar agujero, dibujar un plano, cambio en un proceso, etc.	
Transporte	Mover material a mano, en banda transportadora, recorrido a un horno, recorrido en monorraíl, etc.	
Inspección	Revisar artículos que salen de un horno, contar una cantidad de artículos, leer instrumentos de medición, pesar, etc.	
Demora	Esperar un elevador, un horno, hacer cola para ser pesada, en espera de firma etc.	

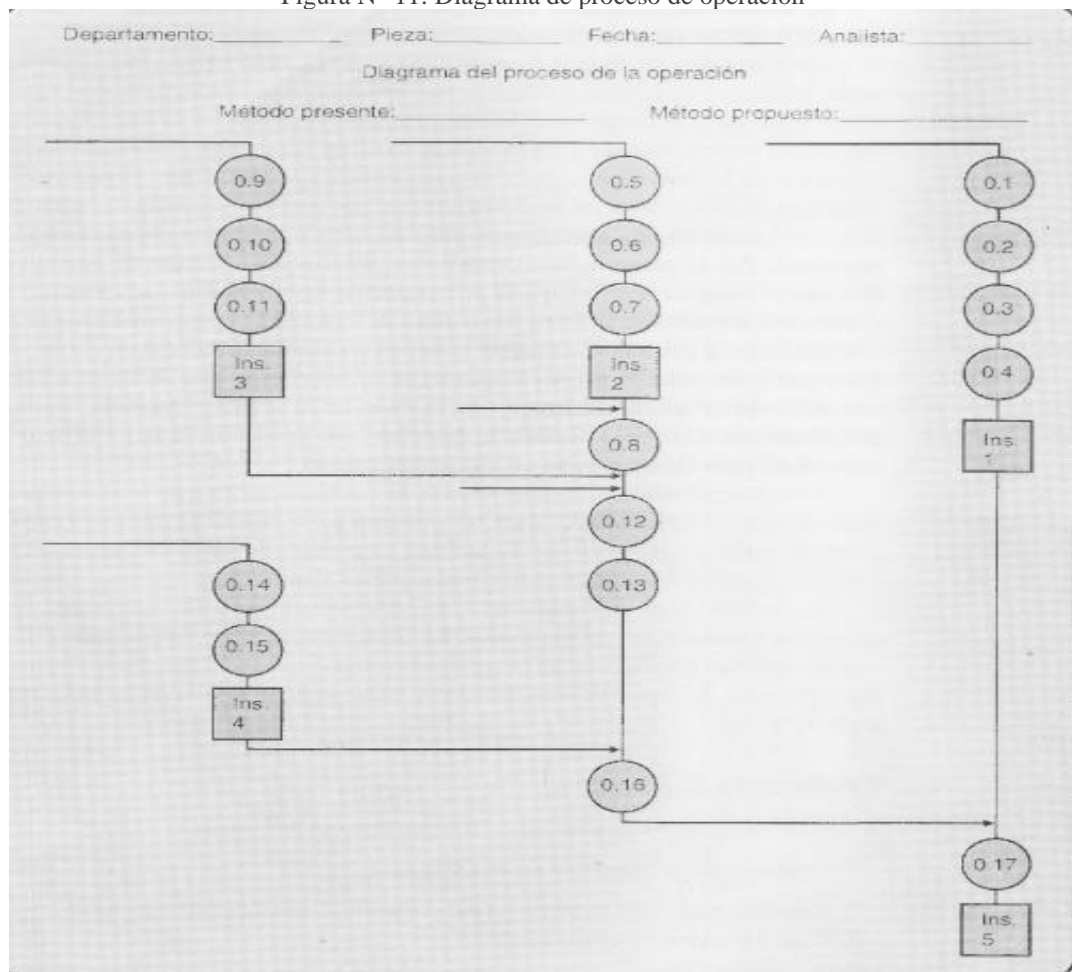
Almacenaje	Almacén en general, cuarto de herramientas, retención de una orden en el archivo etc.	
Actividad combinada	Actividades conjuntas como operación e inspección	

Fuente: Estudio del trabajo (García, 2005)

Diagrama del proceso de operación

Según García (2005, p.45) un diagrama de proceso de operación es un retrato grafico de los puntos donde es inducido el material en el proceso, como el orden de las inspecciones y las operaciones, excepto la manipulación de los materiales.

Figura N° 11: Diagrama de proceso de operación



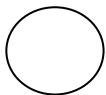
Fuente: Estudio de trabajo (García, 2005)

Diagramas Bimanuales

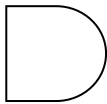
Este diagrama sirve para registrar todos los movimientos que las manos realizan entre sí para desarrollar una actividad, es de suma importancia pues permite tener un mejor seguimiento de las actividades, principalmente esta herramienta es utilizada en movimientos repetitivos ya que registra un trabajo completo a comparación de otros diagramas de la misma serie y con más detalles.

Los símbolos que se utilizan en este diagrama son los mismos que se emplean en un diagrama de operaciones, pero con un significado poco distinto. En esta herramienta el único símbolo que no se suele utilizar es de inspección, ya que la mayoría de acciones son operaciones.

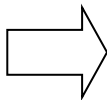
Según Kanawaty (1996, p.152) afirma que el diagrama bimanual es un cursograma que se determina los movimientos de las extremidades del trabajador, mostrando la relación entre ellas.



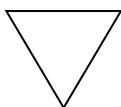
Sujetar, asir, utilizar, soltar, etc. Una pieza, material o herramienta.



Indica el tiempo que la mano no trabaja.



Movimiento de la mano hasta al trabajo, herramienta, pieza, etc.



No se emplea el termino de almacenamiento en este diagrama, si no de sostenimiento de alguna herramienta, pieza, etc.

Figura N° 12: Diagrama bimanual

[illegible]

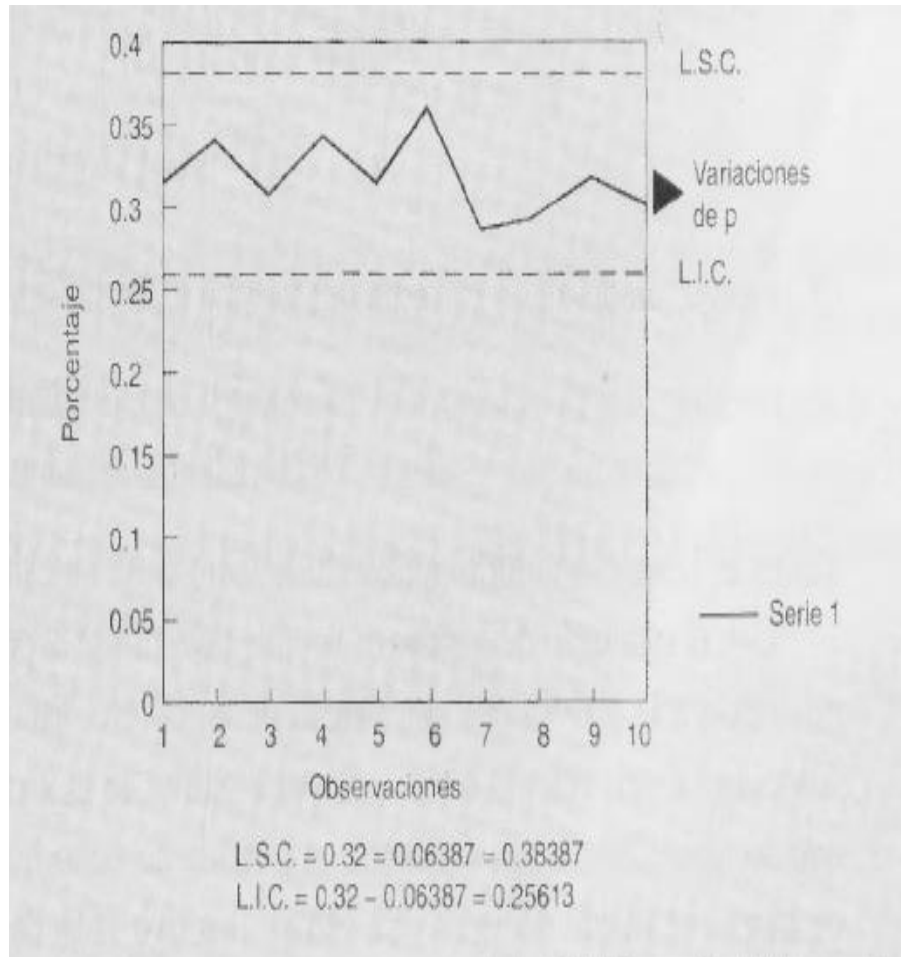
Fuente: Introducción al estudio de trabajo (Kanawaty, 1996)

Diagrama de control

Según García (2005, p.260) un diagrama de control muestra los resultados diarios obtenidos a través de muestreo acumulado, este diagrama contiene tres líneas paralelas, una que es la central como el porcentaje medio y los posteriores que son los límites de control infe-

rior y superior. Los límites de control representan la máxima tolerancia de una variación, puesto que si rebasa se entenderá como un problema.

Figura N° 13: Diagrama de control

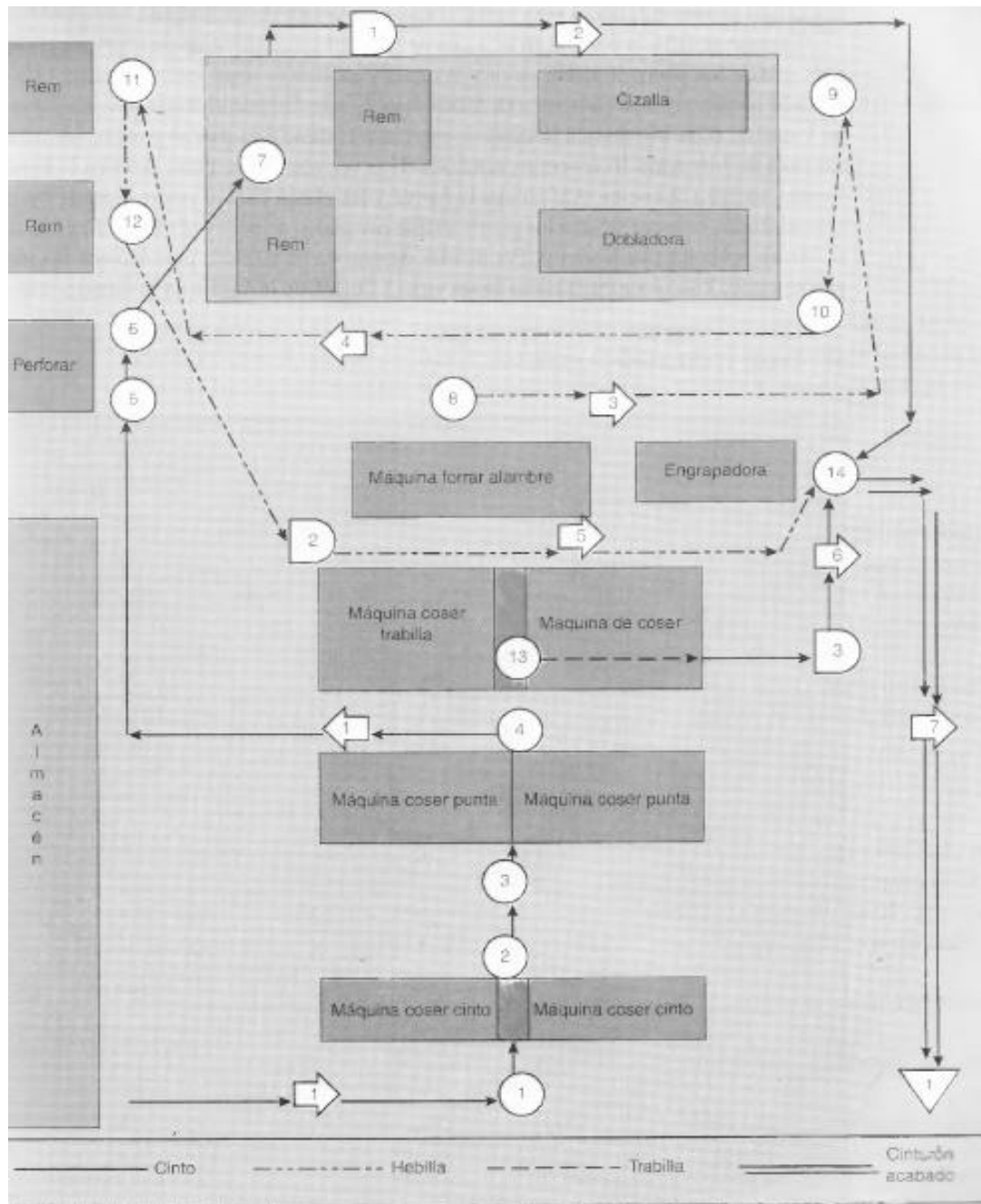


Fuente: Estudio de trabajo (García, 2005)

Diagrama de circulación

Según García (2005, p.57) Este diagrama se basa al proceso de recorrido que se emplea para realizar el análisis de proceso. Se identifica de los demás basándose de un plano a escala del área donde se realiza el trabajo, mostrando maquinarias e instalaciones. El plano de circulación utiliza la simbología mismos, empleados en un diagrama de recorrido

Figura N° 14: Diagrama de circulación



Fuente: Estudio de trabajo (García, 2005)

1.3.3.4. Procedimiento para la aplicación del estudio de trabajo

Para la aplicación de esta herramienta, según Kanawaty es fundamental cumplir con ocho etapas para lograr una correcta utilización:

Seleccionar: En esta etapa la persona encargada de la aplicación de la herramienta debe tener el objeto definido, en que proceso o actividades se hará el estudio.

Registrar: Levantamiento de datos más sobresalientes relacionado con el proceso, utilizando herramientas apropiadas y así poder tener los datos necesarios para el análisis.

Examinar: Revisar todos los hechos recolectados con el espíritu crítico, de manera que analice y justifique lo que hace, en el sentido de la actividad a estudiar, como también el lugar donde se lleva a cabo, el orden que se desarrolla, quien lo desarrolla y los medios utilizados.

Establecer: Escoger el método más económico conveniente, pensando en todas las circunstancias y forjando las técnicas de gestión (que se muestra en el tercer paso) como también pensando en los patrocinadores, supervisores, operarios y otros relacionados, y cuyo tema deba estudiarse y discutirse.

Evaluar: Evaluar el resultado obtenido con el nuevo método, en comparación con la cuantía de trabajo requerido y establecer un tiempo tipo.

Definir: Precisar el nuevo método y el tiempo necesario, y mostrar dicho método, de manera verbal o escrito, a las personas correspondientes, mostrando ejemplos que se desea compartir.

Implantar: Insertar el nuevo método, realizando en las personas interesadas una formación sobre la técnica a aplicar, como práctica genérica aceptada dentro de un límite de tiempo

Controlar: Vigilar que la aplicación de la norma implantada se cumpla, guiándose de los resultados obtenidos y relacionándolos con los objetivos propuestos.

1.3.3.5. Equipos para el estudio de tiempos

Cronómetro

Los principales equipos en una medición de tiempo son los cronómetros, pues son movidos por un mecanismo de relojería que puede iniciar o detenerse a decisión propia.

Existen tres tipos de cronometro:

El *ordinal* que solo tiene un pulsado que permite iniciar, parar y de vuelta a cero.

El de *vuelta a cero* tiene dos pulsadores, uno permite realizar independiente mente las funciones de un cronometro ordinal y el otro pulsador sirve para retornar a cero y soltándolo sigue la marcha.

El *retrapante* tiene dos agujas adicionales, una llamada segundero y el otro recuperadora y está con formada por tres pulsadores. El pulsador central tiene como función en poner en marcha y parar, una lateral sirve para volver a cero cuando están paradas y la otra para detener la aguja retrapante con el fin de tomar datos.

Tablas para el estudio de tiempo

Según García (2005, p.197) las tablas son las herramientas más empleadas para realizar estudios de tiempos, este permite apoyar todas las hojas de las observaciones en la mano, permitiendo al analista tener un mejor agarre de sus registros. Esta tabla cuenta con cronómetros para la toma de tiempos.

Hoja de observaciones

En esta hoja se registran todos los datos obtenidos tales como el nombre de los insumos, productos, de la pieza, numero de estilo, identificación del dibujo, etc; datos que concierne en el estudio, esto es generalmente está ubicado en la parte superior de la hoja; y en la parte central está constituida por cuadros y columnas que detallan el seguimiento del estudio de tiempos.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema General

¿De qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejora la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019?

1.4.2. Problemas Específicos

- ¿De qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficiencia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019?
- ¿De qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficacia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019?

1.5. Justificación del estudio

a. Conveniencia:

La aplicación de esta herramienta de gestión permitirá el mejoramiento de la productividad del proceso productivo de la empresa de Metalmecánica, ya que el estudio de trabajo abarca técnicas de mejoramiento de métodos y tiempos, los necesarios para cubrir las carencias que este posee, como las operaciones no estandarizadas, tiempo improductivo, etc; de tal forma será conveniente tanto para los propietarios de la empresa como los trabajadores.

b. Relevancia social:

A nivel social las personas más beneficiadas a través de esta herramienta de gestión serán los trabajadores, ya que realizarán un trabajo adecuado utilizando poco tiempo en cada actividad, ya que la herramienta se encarga de eliminar tiempos y movimientos innecesarios, de tal forma los operarios tengan un mejor desenvolvimiento en sus áreas de trabajo, de tal forma puedan fomentar el estilo de trabajo donde laboran, obteniendo un buen estilo de desarrollo laboral.

c. Justificación económica:

Este presente estudio de investigación se justifica económicamente porque solucionará los problemas existentes en el área de fabricación de la empresa Arai industrial. Por consiguiente, se detallará los problemas existentes en las operaciones que se efectúan en el área de fabricación, como los tiempos y movimientos innecesarios generando retrasos, en el cual con el tiempo las sumas son considerables para la empresa. Lo primordial es tener una base de datos sobre los tiempos de las actividades, para dar las mejoras y optimizando los tiempos, ya que el tiempo se considera dinero.

d. Aporte teórico:

La investigación se justifica porque aplica fundamentos teóricos de la herramienta de estudio del trabajo en la realidad problemática de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, que a la misma vez ayudará como punto de inicio para otros estudios en la mejora de la productividad del área de fabricación en otras empresas de metal mecánica.

e. Aporte práctico:

La aplicación de las herramientas de estudio de trabajo permitirá solucionar en la organización el problema que existe en el proceso productivo de la empresa aumentando la productividad, logrando optimizar los recurso y el tiempo en cada actividad.

f. Aporte metodológico:

El trabajo se realiza con el fin de lograr objetivos, para ello en la investigación, es necesario la creación de instrumentos de recopilación de la información y análisis de datos nuevos para la disciplina a la cual pertenece al estudio de trabajo, ya que generalmente para el levantamiento de datos se utiliza los cronómetros y cuadros de recolección todo relacionado al registro de tiempos. El estudio de trabajo en la empresa de estudio, se puede aplicar en otra área de la empresa. Sin duda servirá para fortalecer los conocimientos de los operarios sobre el manejo de la herramienta.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

- La aplicación del Estudio del trabajo mejora la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

1.6.2. Hipótesis Específicos

- La aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficiencia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019
- La aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficacia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

1.7. Objetivos de la Investigación

1.7.1. Objetivo General

- Determinar de qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejore la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

1.7.2. Objetivos Específicos

- Determinar de qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejore la eficiencia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019
- Determinar de qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejore la eficacia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

Tabla N° 9: Matriz de Coherencia

Problema	Objetivos	Hipótesis
Generales		
¿De qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejora la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019?	Determinar de qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejore la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019	La aplicación del Estudio del trabajo mejora la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019
Específicos		
¿De qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficiencia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019?	Determinar de qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejore la eficiencia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019	La aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficiencia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019
¿De qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficacia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019?	Determinar de qué manera la aplicación del Estudio del trabajo mejore la eficacia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019	La aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficacia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

Fuente: Elaboración propia

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es **aplicada** ya que se busca solucionar un problema, utilizando teorías o conocimientos básicos, consiguiendo beneficios para tal fin.

Según Tamayo (2003, p .43) La investigación aplicada también es conocida como dinámica o activa, ya que se encuentra relacionada con la investigación pura, puesto que la aplicada busca confrontar la parte teórica con la realidad; la aplicada es utilizado en problemas concretos y en sus características, de manera que su aplicación es inmediata y no solo de desenvolvimiento teórico.

2.1.2. Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación es **cuantitativo** en razón que su análisis es fundamentado en aspectos observables cuantificables como: tiempo, proceso, producto, etc.

Según Niño (2011, p.29) La investigación cuantitativa está relacionada con la cantidad, por la cual el cálculo y la medición son sus principales medios y generalmente mide las variables de una investigación relacionadas a sus magnitudes. Normalmente es utilizado en investigaciones experimentales, descriptivas, explicativas y exploratorias de manera exitosa.

Hernández, Fernández, Baptista (2010, p.4) El enfoque cuantitativo realiza un levantamiento de datos para evaluar la hipótesis a través de la estadística y medición numérica con la finalidad de probar teorías y formar patrones de desenvolvimiento.

2.1.3. Nivel de investigación

La investigación es de nivel **Descriptivo y Explicativo**. Descriptivo porque busca mostrar las características, propiedades de las variables que intervienen en la investigación, y explicativa porque busca mostrar la relación que tienen las variables entre sí, explicando los aspectos de su dinámica.

DESCRIPTIVA.

Tamayo (2003, p.46) Comprende que la investigación descriptiva define, registra, analiza e interpreta la composición y características de un objeto. La descriptiva se desarrolla a razón de un hecho, y su característica es de mostrar una acertada interpretación.

Según Niño (2011, p.34) Es la descripción de la realidad de un objeto a investigar como su aspecto, sus clases, sus partes o la interacción que se pueden establecer entre varias, con la finalidad de obtener una verdad o comprobar una hipótesis.

Una técnica fácil para describir un objeto son las tradicionales preguntas como: ¿Qué es? ¿Qué características posee? ¿Como es su forma?, ¿Que partes tiene? ¿Como se divide?. que servirá en el proceso de fabricación para obtener una data esencial para el estudio.

EXPLICATIVA

Según Niño (2011, p.34) El instrumento de la explicación es llevado a muchos trabajos, ya que tiene como objetivo responder una pregunta fundamental. La investigación descriptiva no averigua las diferentes causas de las cosas, o fenómenos de la realidad. La explicación va más allá de lo normal, como la descripción de un objeto, si no el por qué.

En este trabajo de investigación se busca explicar la causalidad de la baja productividad en el área de fabricación, mostrando los motivos del estado.

2.1.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es **cuasi-experimental**, ya que existe un grupo de control interno donde se aplica la herramienta, estudiando los cambios ocasionados en la variable dependiente a través del pretest y posttest.

Tamayo (2003) define que, a través del experimento, el objetivo es llegar a la causa de lo que se quiere estudiar, su función es manipular el objeto de estudio a voluntad, influenciadas por variables controladas por el investigador (p.111).

Según Niño (2011, p.33) El diseño experimental es tradicional ya que se orienta más en una investigación cuantitativa, de manera que esta modalidad tiene como propósito comprobar una hipótesis o aceptarla. Esta modalidad busca establecer relaciones de causa-efecto, encargada de descubrir, confrontar, confirmar, comprobar y negar teoría.

2.2. Operacionalización de variables

2.2.1. Variable independiente: Estudio del trabajo

- Definición conceptual:

“El estudio de trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando” (Kanawaty, 1996, p.9).

- Definición operacional:

El estudio de trabajo es una herramienta que como fin es aumentar la productividad, mediante la eliminación de tiempos muertos y esfuerzo innecesario, procurando realizar un trabajo adecuado.

2.2.1.1. Dimensión 1: Estudio de métodos

“El estudio de métodos es el registro y examen critico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras” (Kanawaty, 1996, p.19)

$$\text{Índice de actividades} = \frac{\text{Total de actividades} - \text{Total de actividad que no agregan valor}}{\text{Total de actividades}}$$

A través del índice de actividades se puede tener un mejor análisis del método y ver las actividades que no agregan valor a través de los diagramas de actividades del proceso.

2.2.1.2. Dimensión 2: Estudio de tiempos

“Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido” (García, 2005, p.185)

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} (1 + \text{suplementos})$$

A través del tiempo estándar permite tener un óptimo seguimiento del tiempo en las tareas.

2.2.2. Variable dependiente: Productividad

- Definición conceptual:

“La productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados”(García, 2005, p.9)

- Definición operacional:

La productividad es producir de manera eficiente respecto la utilización de la mano de obra en el tiempo para alcanzar los predeterminados objetivos en un turno de trabajo.

2.2.2.1. Dimensión 1: Eficiencia

“La eficiencia es una medida del grado de utilización de la mano de obra y puede expresarse como una relación de tiempos o de cantidades producidas” (Carro, Gonzales, 2012, p.5).

$$\text{Tiempo de fabricación} = \frac{\text{Tiempo util}}{\text{Tiempo de turno}} \times 100\%$$

A través del indicador tiempo de fabricación, permite analizar la eficiencia del trabajador, respecto al tiempo real que utiliza para la fabricación de las unidades, dentro del tiempo de una jornada diaria.

2.2.2.2. Dimensión 2: Eficacia

“La eficacia es una medida normativa del logro de resultados” (Chiavenato, 2011, p.22).

$$\text{Producción atendida} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}} \times 100\%$$

A través del indicador producción atendida, permite analizar la eficacia de los trabajadores mediante las unidades fabricadas diarias, dentro de una cantidad planeada.

Tabla N° 10: Matriz de operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala
Variable independiente: ESTUDIO DEL TRABAJO	“El estudio de trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando” (Kanawaty, 1996, p.9).	El estudio de trabajo es una herramienta que como fin es aumentar la productividad, mediante la eliminación de tiempos muertos y esfuerzo innecesario, procurando realizar un trabajo adecuado.	Estudio de tiempo	$TS = TN(1 + S)$ <p>TS: Tiempo estándar TN: Tiempo normal S: suplementos</p>	Razón
			Estudio de métodos	$IA = \frac{TA - TANAV}{TA}$ <p>IA: Índice de actividades TA: Total de actividades</p>	Razón
Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD	“La productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados”(García, 2005, p.9)	La productividad es producir de manera eficiente respecto la utilización de la mano de obra en el tiempo para alcanzar los predeterminados objetivos en un turno de trabajo.	Eficiencia	$TF = \frac{TU}{TT} \times 100\%$ <p>TF: Tiempo de fabricación TU: Tiempo útil TT: Tiempo de turno</p>	Razón
			Eficacia	$PA = \frac{PR}{PP} \times 100\%$ <p>PA: Producción atendida PR: Producción real PP: Producción programada</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población según Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.174) es un conjunto de entes que concuerdan por determinadas características.

La población del estudio fue conformada por la cantidad de gabinetes adosados fabricados en un lapso de tiempo de 20 días.

2.3.2. Muestra

La muestra según Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.173) es el subconjunto de la población del cual se levanta la información, siendo propia de ésta.

La muestra del presente estudio es igual a la población, que es la cantidad de gabinetes adosados fabricados en un lapso de tiempo de 20 días.

El muestreo no probabilístico según Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.176) es el subconjunto de la población en la que la selección de individuos no necesita de la probabilidad, si no de las características del estudio.

El tipo de muestreo de la investigación es no probabilístico ya que la muestra representa el todo de la investigación ya que no es complicado obtener la información para el respectivo estudio.

2.3.3. Selección de la unidad de análisis

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.172) a la unidad de análisis se les conoce como casos o elementos.

La unidad de análisis del presente estudio son los gabinetes obtenidos en el proceso de fabricación durante los 20 días.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Una vez ya definida la población y el tipo de muestreo, se levantó la información requerida a través del muestreo.

2.4.1. Técnicas

El presente estudio utiliza la técnica de la **observación directa** para la recolección de datos, puesto que permitió conseguir los datos reales de las actividades del área de fabricación para el desarrollo de la investigación.

Según Hueso y Cascant (2012, p.41) la observación es la acción de consultar o medir la variable en un individuo.

2.4.2. Instrumentos

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.200) un instrumento es un recurso que se usa para el levantamiento de datos vinculados a las variables propuestas por el investigador.

2.4.2.1. Instrumentos para medir la productividad

Los instrumentos son cuadros que permiten registrar y calcular la información necesaria para la obtención de la eficiencia, eficacia y productividad de manera clara y concisa para un mejor análisis, puesto que se mostrará en el pre-test y el post-test de este estudio.

(Ver anexo 2)

2.4.2.2. Instrumento para medir el estudio del trabajo

Los instrumentos son cuadros que permiten registrar y calcular la información necesaria para la obtención del tiempo observado, tiempo estándar y el índice de actividades de manera clara y concisa para un mejor análisis, puesto que se mostrará en el pretest y post-test de este estudio.

(Ver anexo 2)

2.4.3. Validez

La validez según Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.201) es el nivel en que un instrumento en efecto mide, la variable que se quiere estudiar.

Respecto al juicio de expertos Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.201) menciona que la validez de expertos indica el grado en que supuestamente el instrumento mide la variable del estudio, con respecto a los especialistas en el tema.

Este trabajo fue sometido a juicio de expertos (ver anexo 1)

Tabla N° 11: Juicio de expertos

Especialidad de validadores	Criterios		
	Pertinencia	Relevancia	Claridad
Mgtr. En Ingeniería Industrial	Sí	Sí	Sí
Dr. En Ingeniería Industrial	Sí	Sí	Sí
Mgtr. En Ingeniería Química	Sí	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia

2.4.4. Confiabilidad

La confiabilidad según Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.200) es el nivel en que un instrumento causa un logro consistente y lógico.

Cronómetro

Según García (2005, p.195) los cronómetros son aparatos que sirven para medir el tiempo, aparatos movidos regularmente por un mecanismo de relojería que es manipulado a voluntad por el analista.

2.5. Procedimiento

2.5.1. Situación antes de la propuesta de mejora

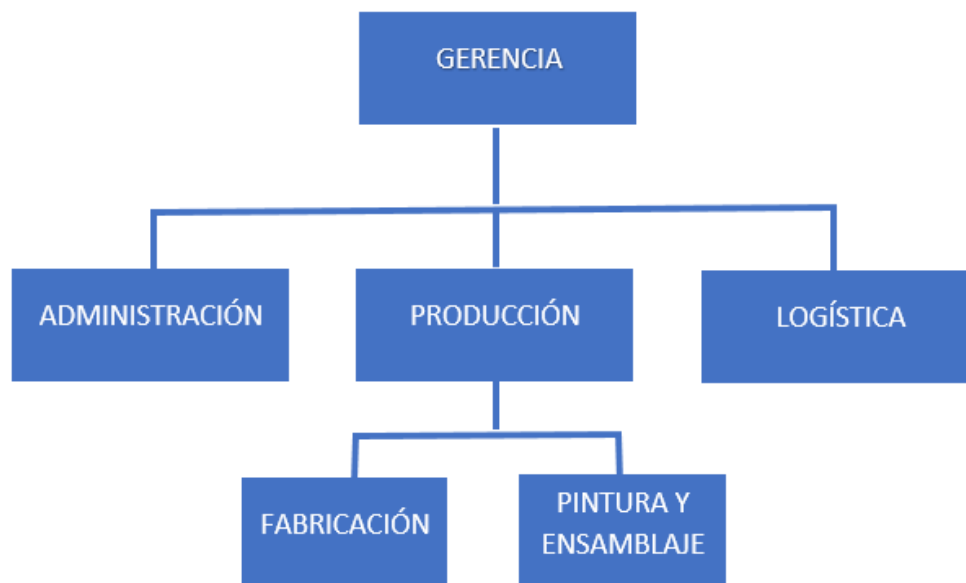
2.5.1.1. Descripción de la empresa

Arai industrial SAC comenzó sus actividades el 24 de noviembre del 2014, la empresa está dentro del segmento de Fabricación de otros productos de metal NCP, puesto que pertenece al sector de manufactura, Arai industrial viene fabricando productos de calidad y ganando cada vez más la aceptación del mercado en el ámbito nacional, la empresa es un ente competitivo tras sus diseños diferenciadores en el metal y su acabado. Éste cuenta con equipos y maquinaria competitivas, ya que permiten desarrollar buenos trabajos, satisfaciendo al cliente día a día. El producto bandera de la empresa Arai industrial es:

- Gabinete contra incendio adosado

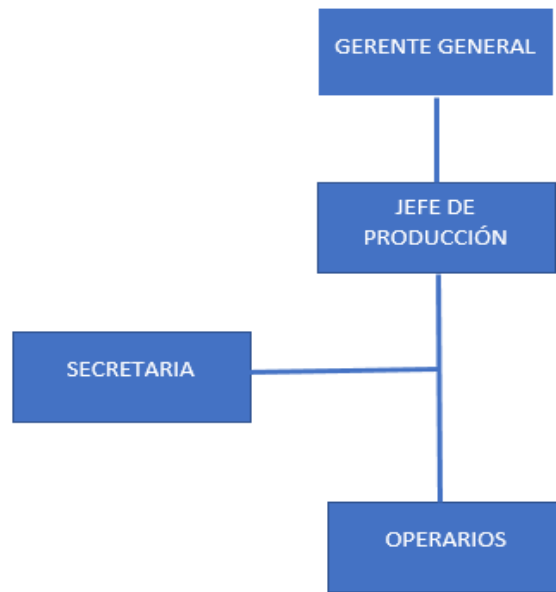
La empresa ARAI INDUSTRIAL SAC está organizada de la siguiente manera:

Figura N° 15: Organigrama de las áreas de la empresa



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 16: Organigrama de los cargos de la empresa



Fuente: Elaboración propia

La empresa ARAI INDUSTRIAL SAC solo trabaja de Lunes a viernes en el horario diurno con una jornada de 10 horas diarias en el horario de 7:00 am a 6:00 pm, y cuentan con una hora de refrigerio de 1:00 pm a 2:00 pm. La empresa cuenta con 8 trabajadores, 6 lo conforman la parte operativa y 2 la parte administrativa.

Página: araiindustrialsac.com

Figura N° 17: Logos de la empresa ARAI INDUSTRIAL. SAC



Fuente: araiindustrialsac.com

Figura N° 18: Misión y Visión de la empresa

MISIÓN: Satisfacer las necesidades de nuestros clientes y contribuir al desarrollo de la sociedad mediante nuestros productos de calidad , promoviendo el desarrollo profesional de nuestros trabajadores, comprometidos a salvaguardar la vida de las personas y evitar los daños a propiedades e inmuebles.

VISIÓN: Ser la empresa líder del mercado en nuestro rubro, que provee, instala, brinda servicios y soluciones de calidad superando las expectativas de los clientes, con un equipo humano capacitado.

Fuente: araiindustrialsac.com

2.5.1.2. Objeto de estudio

El objeto de estudio de esta presente investigación es el **proceso de fabricación** de gabinetes para mangueras, por las constantes llamadas de atención que se dan por el encargado, a consecuencias de los retrasos ocasionados, de manera que este estudio se enfoca en la fabricación del gabinete adosado (producto bandera), las cuales las medidas que más son comercializadas son las que rodean de: alto=900mm, ancho=600mm y fondo=200mm.

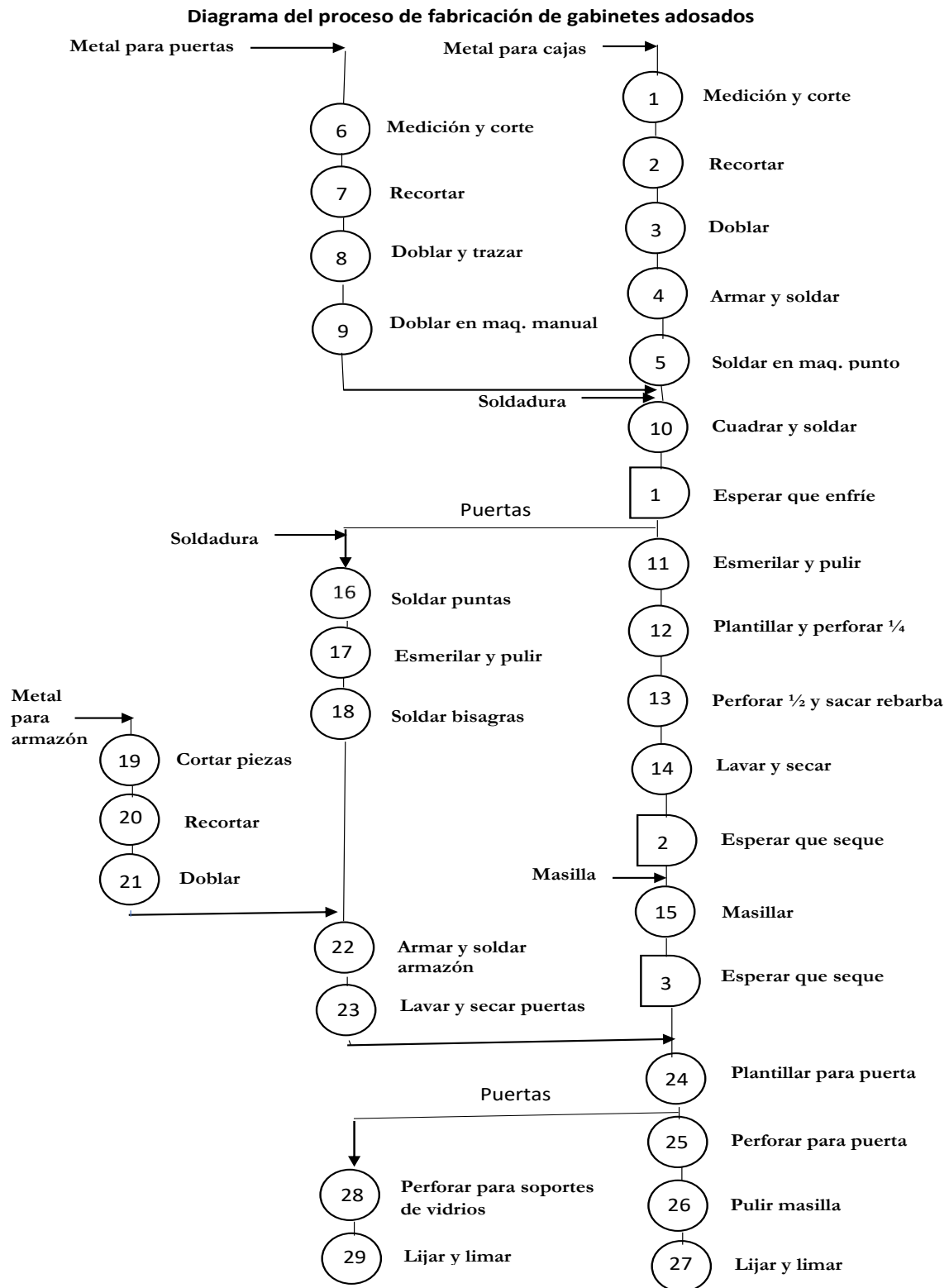
Figura N° 19: Producto bandera



Fuente: araiindustrialsac.com

En los siguientes diagramas solo reflejan el proceso de fabricación de gabinete adosado, puesto que es el objeto de estudio de esta investigación.

Figura N° 20: Diagrama de procesos



Fuente: Elaboración propia

El diagrama del proceso de operación, Figura N° 20 muestra de manera numérica la secuencialidad del proceso, interrelacionada por ambas partes (caja y puerta) a la vez. De manera que se guio de los ejemplos de **García** para su elaboración.

Figura N° 21: Actividades del proceso de fabricación del gabinete

CAJAS	
Item	Actividades
1	Medición y corte de planchas
2	Recorte del metal
3	Doblado del metal
4	Armar y soldar
5	Soldar en punto
6	Cuadrar y soldar
1 D	Esperar que enfrie
7	Esmerilar y pulir
8	plantillar y Perforar 1/4"
9	Perforar 1/2" y sacar rebarba
10	Lavar y secar
2 D	Esperar que seque
11	Masillar
3 D	Esperar que endure la masilla
12	Plantillar para puertas
13	Perforar para puertas
14	Sacar masilla
15	Lijar y limar
PUERTAS	
Item	Actividades
1	Medición y corte de planchas
2	Recortes de piezas
3	Doblar y trazar
4	Doblar (maq. Manual)
5	soldar
6	Esmerilar y pulir
7	Cortar metal para armazón
8	Recortar armazón
9	Doblar armazón
10	doblar y soldar visagras
11	Armar y soldar armazón
12	Lavar y secar
C 13	Perforar para soporte de vidrio
C 14	Lijar y limar

Fuente: Elaboración propia

El cuadro muestra de manera **individual** la secuencialidad numérica de las actividades de las partes del gabinete (caja y puerta).

Materiales para la elaboración de gabinetes adosados (producto bandera) de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC.

Tabla N° 12: Materiales para la fabricación de gabinetes

MATERIALES DIRECTOS	CARACTERÍSTICAS
PLANCHA	LAF AL CARBON (1,5mm x1,20mt x 2,40mt)
CHAPA PUSH.	MARCA RV. PROSEDENTE DE TAIWAYN
VISAGRA	TIPO PIANO BAÑADO EN BRONCE
VIDRIO	TRANSPARENTE 3mm
REMACHE	TIPO POP CIEGO ALUMINIO ½ x 1/8.
PINTURA	ELECTROSTATICA CAJA 25KG PROSEDENCIA DE INDIA
PERNOS	3/16" x ½ ZINCADOS
TUERCAS	3/16" ZINCADOS
ESTOBOLES	3/16" x ½" ZINCADOS
MASILLA PLASTICA	MARCA SIKA
MATERIALES INDIRECTOS	CARACTERÍSTICAS
SOLDADURA	PUNTO AZUL ELECTRODO
ACIDO	ACONDICIONADOR DE METAL, DESENGRASANTE, ANTIOXITANTE
DISCO	DESBASTE 4 ½" x ¼" x 7/8"(MARCA NORTON)
DISCO	ABRASIVOS 4 X ½ GRANO
LIJAS	120 DE AGUA Y 40 DE FIERRO
TRAPOS	INDUSTRIALES

Fuente: Elaboración propia

El siguiente cuadro muestra las diferentes maquinarias industriales tanto maquinas manuales que tiene la empresa.

Tabla N° 13: Maquinaria de la empresa

CANTIDAD	MAQUINARIA
1	PLEGADORA INDUSTRIAL
1	PLEGADORA MANUAL
1	GUILLOTINA INDUSTRIAL
7	TALADROS
1	MAQUINA DE SOLDAR
2	MAQUINA DE PINTAR
2	HORNOS
2	TALADROS DE BANCO
1	MÁQUINA DE SOLDAR DE PUNTO
3	AMOLADORAS
5	FRESADORAS

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.3. Productividad antes de la mejora

Datos de la producción de gabinetes en el proceso de fabricación (**PRE-TEST**). En las condiciones iniciales en que se ejecutan las actividades de fabricación de gabinetes contra incendios en la empresa ARAI INDUSTRIAL, se procedió el levantamiento de datos de las actividades del proceso de fabricación durante 1 mes, con la finalidad de conocer los tiempos de las actividades y del ciclo de fabricación de las partes del gabinete, pues se desconocían al principio del estudio. Se resalta que en esta toma de tiempo (T.observado) se realizó cuando la producción ya estaba operativa (plena fabricación).

Tabla N° 14: Tiempo observado de fabricación de cajas Pre-test

CAJAS		Pretest-Toma de tiempo de las actividades del proceso de fabricación de gabinetes adosados - ARAI INDUSTRIAL SAC																						
Item	Actividades	Tiempo util Observado en minutos																				Total	Max	Min
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	Medición y corte de planchas	1,55	1,58	1,65	1,55	1,62	1,58	1,57	1,60	1,62	1,58	1,70	1,57	1,62	1,58	1,55	1,57	1,60	1,60	1,58	1,57	31,84	1,70	1,55
2	Recorte del metal	0,91	1,00	0,95	0,96	0,98	0,98	0,95	0,96	0,98	0,96	0,93	0,95	0,91	1,05	0,98	0,91	0,96	0,95	0,98	0,96	19,21	1,05	0,91
3	Doblado del metal	3,93	3,9	3,83	3,91	3,98	3,97	3,95	3,91	3,98	3,95	3,98	3,85	3,97	3,95	3,93	3,98	3,95	3,91	3,93	3,95	78,71	3,98	3,83
4	Armar y soldar	1,43	1,45	1,50	1,55	1,42	1,43	1,45	1,48	1,50	1,60	1,45	1,58	1,42	1,45	1,48	1,57	1,62	1,42	1,45	1,46	29,71	1,62	1,42
5	Soldar en punto	2,50	2,62	2,63	2,65	2,52	2,48	2,60	2,62	2,58	2,63	2,65	2,50	2,55	2,58	2,57	2,55	2,57	2,58	2,65	2,68	51,71	2,68	2,48
6	Cuadrar y soldar	3,62	3,75	3,58	3,78	3,75	3,60	3,57	3,77	3,58	3,77	3,78	3,75	3,65	3,75	3,58	3,67	3,62	3,63	3,65	3,75	73,60	3,78	3,57
7	Esperar que enfrie	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	60,00	3,00	3,00
8	Esmerilar y pulir	1,77	1,80	1,83	1,73	1,92	1,83	1,78	1,82	1,83	1,85	1,75	1,77	1,85	1,82	1,83	1,82	1,72	1,73	1,75	1,82	36,02	1,92	1,72
9	plantillar y Perforar 1/4"	1,83	1,90	1,92	1,93	1,95	1,88	1,92	1,90	1,93	1,92	1,95	1,90	1,85	1,92	1,93	1,92	1,87	1,90	1,88	1,87	38,07	1,95	1,83
10	Perforar 1/2" y sacar rebarba	1,22	1,25	1,33	1,28	1,20	1,23	1,27	1,30	1,23	1,27	1,25	1,33	1,22	1,20	1,25	1,22	1,28	1,27	1,27	1,28	25,15	1,33	1,20
11	Lavar y secar	1,58	1,67	1,78	1,62	1,63	1,77	1,65	1,70	1,57	1,58	1,75	1,68	1,75	1,55	1,67	1,62	1,65	1,67	1,53	1,67	33,09	1,78	1,53
12	Esperar que seque	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	60,00	3,00	3,00
13	Masillar	1,57	1,58	1,55	1,62	1,60	1,60	1,65	1,65	1,57	1,55	1,60	1,63	1,65	1,55	1,62	1,63	1,58	1,62	1,65	1,57	32,04	1,65	1,55
14	Esperar que endure la masilla	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	100,00	5,00	5,00
15	Plantillar para puertas	1,73	1,75	1,60	1,77	1,60	1,58	1,57	1,63	1,62	1,77	1,60	1,53	1,55	1,58	1,53	1,62	1,62	1,73	1,57	1,63	32,58	1,77	1,53
16	Perforar para puertas	0,98	0,97	0,95	1,02	1,00	0,93	1,00	0,97	1,02	1,05	0,97	0,98	0,95	1,03	1,00	0,98	1,07	1,05	0,93	1,05	19,90	1,07	0,93
17	Sacar masilla	2,02	1,97	2,07	1,80	1,90	1,92	1,83	1,93	1,80	1,95	1,92	2,00	1,95	1,83	2,10	2,03	1,82	1,90	1,77	1,85	38,36	2,10	1,77
18	Lijar y limar	3,52	3,40	3,35	2,97	3,38	3,25	3,15	3,02	2,98	3,00	3,18	3,33	2,93	3,20	3,12	2,97	3,35	3,52	2,97	3,37	63,96	3,52	2,93
Tiempo total (min)		41,16	41,59	41,52	41,14	41,45	41,03	40,91	41,26	40,79	41,43	41,46	41,35	40,82	41,04	41,14	41,06	41,28	41,48	40,56	41,48			

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 15: Tiempo observado de fabricación de puertas Pre-test

PUERTAS		Pretest-Toma de tiempos de las actividades del proceso de fabricación de gabinetes adosados - ARAI INDUSTRIAL SAC																								
Item	Actividades	Tiempo util Observado en minutos																				Total	Max	Min		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
1	Medición y corte de planchas	0,88	0,88	0,90	0,92	0,88	0,95	0,90	0,95	0,92	0,90	0,90	0,95	0,97	0,88	0,98	0,87	0,88	0,92	1,02	0,88	18,33	1,02	0,87		
2	Recortes de piezas	1,78	1,80	1,80	1,90	1,92	1,78	1,88	1,83	1,82	1,83	1,78	1,80	1,85	1,88	1,85	1,78	1,78	1,80	1,83	1,85	36,54	1,92	1,78		
3	Doblar y trazar	1,10	1,17	1,10	1,13	1,17	1,08	1,07	1,15	1,12	1,13	1,18	1,17	1,12	1,00	1,10	1,17	1,15	1,08	1,18	1,08	22,45	1,18	1,00		
4	Doblar (maq. Manual)	1,17	1,28	1,18	1,27	1,33	1,25	1,18	1,15	1,30	1,35	1,32	1,28	1,17	1,18	1,15	1,23	1,28	1,18	1,27	1,20	24,72	1,35	1,15		
5	soldar	0,83	0,90	0,93	0,90	1,00	1,03	0,85	0,87	0,88	0,90	0,92	0,93	0,82	0,93	0,85	0,88	0,90	0,95	0,92	0,98	18,17	1,03	0,82		
6	Esmerilar y pulir	1,23	1,25	1,28	1,22	1,33	1,25	1,23	1,27	1,30	1,32	1,27	1,33	1,22	1,25	1,30	1,27	1,25	1,25	1,10	1,23	25,15	1,33	1,10		
7	Cortar metal para armazón	0,30	0,30	0,28	0,30	0,28	0,28	0,30	0,28	0,30	0,28	0,30	0,32	0,28	0,30	0,28	0,30	0,30	0,30	0,28	0,28	5,84	0,32	0,28		
8	Recortar armazón	1,03	1,00	1,07	0,98	1,07	1,05	1,00	1,07	1,02	1,08	1,00	1,03	1,05	1,05	1,02	0,98	1,05	1,03	1,02	1,07	20,67	1,08	0,98		
9	Doblar armazón	1,23	1,22	1,23	1,23	1,23	1,25	1,25	1,23	1,25	1,25	1,23	1,25	1,23	1,25	1,27	1,25	1,23	1,25	1,25	1,23	24,81	1,27	1,22		
10	doblar y soldar visagras	1,58	1,72	1,62	1,67	1,57	1,55	1,63	1,62	1,68	1,67	1,60	1,68	1,62	1,60	1,53	1,57	1,58	1,57	1,58	1,60	32,24	1,72	1,53		
11	Armar y soldar armazón	2,28	2,25	2,32	2,27	2,28	2,30	2,27	2,25	2,28	2,30	2,25	2,27	2,32	2,28	2,33	2,30	2,25	2,28	2,32	2,30	45,70	2,33	2,25		
12	Lavar y secar	2,38	2,25	2,50	2,58	2,28	2,55	2,42	2,57	2,33	2,45	2,67	2,60	2,45	2,50	2,45	2,42	2,27	2,50	2,40	2,42	48,99	2,67	2,25		
C 13	Perforar para soporte de vidrio	0,75	0,75	0,77	0,78	0,73	0,77	0,75	0,78	0,77	0,77	0,75	0,77	0,78	0,75	0,77	0,75	0,77	0,78	0,78	0,75	15,27	0,78	0,73		
C 14	Lijar y limar	2,10	2,17	2,18	2,13	2,27	2,30	2,33	2,25	2,37	2,25	2,17	2,27	2,28	2,32	2,35	2,28	2,32	2,08	2,18	2,22	44,82	2,37	2,08		
Tiempo total (min)		18,64	18,94	19,16	19,28	19,34	19,39	19,06	19,27	19,34	19,48	19,34	19,65	19,16	19,17	19,23	19,05	19,01	18,97	19,13	19,09					

Fuente: Elaboración propia

De los cuadros anteriores se puede observar que ambos pertenecen a un solo producto, puesto que ambos son fabricados de manera paralela, y que en algunas actividades se requieren ambas partes para su fabricación, no obstante, la fabricación de las cajas tiene la mayor parte del tiempo en la fabricación.

En el siguiente cuadro se puede observar que el tiempo total de la fabricación de cajas y el tiempo de una actividad final de fabricación de puertas constituyen el tiempo observado total de la fabricación por unidad, ya que de esta forma la empresa realiza sus actividades.

Tabla N° 16: Tiempo total de fabricación por unidad antes de la mejora

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Promedio
CAJAS tiempo total	41,16	41,59	41,52	41,14	41,45	41,03	40,91	41,26	40,79	41,43	41,46	41,35	40,82	41,04	41,14	41,06	41,28	41,48	40,56	41,48	
PUERTAS C13	0,75	0,75	0,77	0,78	0,73	0,77	0,75	0,78	0,77	0,77	0,75	0,77	0,78	0,75	0,77	0,75	0,77	0,78	0,78	0,75	
PUERTAS C14	2,10	2,17	2,18	2,13	2,27	2,30	2,33	2,25	2,37	2,25	2,17	2,27	2,28	2,32	2,35	2,28	2,32	2,08	2,18	2,22	
Tiempo total de fabricación por unidad	44,01	44,51	44,47	44,05	44,45	44,10	43,99	44,29	43,93	44,45	44,38	44,39	43,88	44,11	44,26	44,09	44,37	44,34	43,52	44,45	44,20

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 16 muestra el tiempo total que suelen utilizar los trabajadores para la elaboración de un gabinete, como también da entender que el comportamiento de la fabricación del producto no varía demasiado con respecto al tiempo, teniendo un promedio de elaboración de 44 minutos por gabinete.

Para el cálculo de la productividad diaria, se tuvo que dividir la eficacia con la eficiencia, pues lo que se busca es reducir el tiempo por lote y no producir de más, pues la empresa no fabrica gabinetes para almacenarlos y venderlos de manera fácil, ya que cada lote tiene diferentes características: color, grosor de plancha, tipo de plancha y sobre todo medidas. Por ende, el estudio es en los gabinetes que rodean o se asemejan a las medidas estándar 80 x 60 x 20 cm, sin afectar la ergonomía del trabajador. Pues el cálculo de la productividad es el siguiente:

$$Productividad = \frac{Eficacia}{Eficiencia} = \frac{Producción lograda}{Insumos (tiempo)} = \frac{índice de eficacia}{índice de eficiencia} = \frac{Producción atendida}{Tiempo de fabricación}$$

Lo que se busca es reducir el índice de eficiencia para incrementar el índice de productividad. A continuación, en la tabla N° 17 se dio registro de la eficiencia, eficacia y la productividad por día, de manera que ayudará a comparar con los nuevos datos del Post test. Este registro se obtuvo de los días como muestra de la investigación, pues fueron tomados con la finalidad de saber su productividad y rendimiento por lote.

Tabla N° 17: Medición de la eficiencia, eficacia y productividad Pre-test

Datos de la empresa	ARAI INDUSTRIAL SAC, proceso de fabricación		Fecha	Datos de la empresa	ARAI INDUSTRIAL SAC, proceso de fabricación		Fecha	Datos de la empresa	ARAI INDUSTRIAL SAC, proceso de fabricación		Fecha
Datos de la colecta	$TF = \frac{TU}{TT} \times 100\%$		01/10/2018 26/10/2018	Datos de la colecta	$PA = \frac{PR}{PP} \times 100\%$		01/10/2018 26/10/2018	Datos de la colecta	$\frac{Eficacia}{Eficiencia} \times 100\%$		01/10/2018 26/10/2018
Pre-test			Eficiencia	Pre-test			Eficacia	Pre-test			Productividad
Días	TU	TT	TF	Días	PR	PP	PA	Días	TF	PA	P
1	517,56	600	86,26	1	12	16	75,00	1	86,26	75,00	86,95
2	566,67	600	94,45	2	13	16	81,25	2	94,45	81,25	86,03
3	441,8	600	73,63	3	10	16	62,50	3	73,63	62,50	84,88
4	522	600	87,00	4	12	16	75,00	4	87,00	75,00	86,21
5	565,63	600	94,27	5	13	16	81,25	5	94,27	81,25	86,19
6	530,04	600	88,34	6	12	16	75,00	6	88,34	75,00	84,90
7	572,39	600	95,40	7	13	16	81,25	7	95,40	81,25	85,17
8	529,92	600	88,32	8	12	16	75,00	8	88,32	75,00	84,92
9	521,16	600	86,86	9	12	16	75,00	9	86,86	75,00	86,35
10	441,4	600	73,57	10	10	16	62,50	10	73,57	62,50	84,96
11	532,68	600	88,78	11	12	16	75,00	11	88,78	75,00	84,48
12	487,08	600	81,18	12	11	16	68,75	12	81,18	68,75	84,69
13	433,3	600	72,22	13	10	16	62,50	13	72,22	62,50	86,55
14	522,72	600	87,12	14	12	16	75,00	14	87,12	75,00	86,09
15	566,54	600	94,42	15	13	16	81,25	15	94,42	81,25	86,05
16	522,24	600	87,04	16	12	16	75,00	16	87,04	75,00	86,17
17	532,44	600	88,74	17	12	16	75,00	17	88,74	75,00	84,52
18	479,16	600	79,86	18	11	16	68,75	18	79,86	68,75	86,09
19	519,84	600	86,64	19	12	16	75,00	19	86,64	75,00	86,57
20	523,08	600	87,18	20	12	16	75,00	20	87,18	75,00	86,03

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.4. Tiempo estándar y flujo de proceso, antes de la mejora

Estandarización de tiempos de las actividades del proceso de fabricación de gabinetes antes de la mejora (**PRE-TEST**)

Tabla N° 18: Cálculo de número de muestras Pre-test

CAJAS					
Item	Actividades	Σx	Σx^2	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$	Aprox
1	Medición y corte de planchas	31,84	50,71	0,65	1
2	Recorte del metal	19,21	18,47	1,63	2
3	Doblado del metal	78,71	309,80	0,19	1
4	Armar y soldar	29,71	44,21	2,74	3
5	Soldar en punto	51,71	133,76	0,76	1
6	Cuadrar y soldar	73,60	270,97	0,72	1
7	Esperar que enfrie	60,00	180,00	0,00	0
8	Esmerilar y pulir	36,02	64,92	1,18	1
9	plantillar y Perforar 1/4"	38,07	72,49	0,52	1
10	Perforar 1/2" y sacar rebarba	25,15	31,65	1,20	1
11	Lavar y secar	33,09	54,85	2,99	3
12	Esperar que seque	60,00	180,00	0,00	0
13	Masillar	32,04	51,35	0,68	1
14	Esperar que endure la masilla	100,00	500,00	0,00	0
15	Plantillar para puertas	32,58	53,19	3,53	4
16	Perforar para puertas	19,90	19,83	2,38	2
17	Sacar masilla	38,36	73,75	3,81	4
18	Lijar y limar	63,96	205,28	5,75	6

PUERTAS					
Item	Actividades	Σx	Σx^2	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$	Aprox
1	Medición y corte de planchas	18,33	16,83	2,91	3
2	Recortes de piezas	36,54	66,79	0,75	1
3	Doblar y trazar	22,45	25,24	2,53	3
4	Doblar (maq. Manual)	24,72	30,63	3,98	4
5	soldar	18,17	16,56	5,09	5
6	Esmerilar y pulir	25,15	31,68	2,72	3
7	Cortar metal para armazón	5,84	1,71	4,42	4
8	Recortar armazón	20,67	21,38	1,31	1
9	Doblar armazón	24,81	30,78	0,16	1
10	doblar y soldar visagras	32,24	52,02	1,51	2
11	Armar y soldar armazón	45,70	104,44	0,24	1
12	Lavar y secar	48,99	120,25	3,31	3
C 13	Perforar para soporte de vidrio	15,27	11,66	0,18	1
C 14	Lijar y limar	44,82	100,58	2,20	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°19: Cálculo del promedio de las observaciones Pre test

CAJAS		Número de muestras PRE-TEST						Promedio de observaciones
Item	Actividades	1	2	3	4	5	6	
1	Medición y corte de planchas	1,55						1,55
2	Recorte del metal	0,91	1,00					0,96
3	Doblado del metal	3,93						3,93
4	Armar y soldar	1,43	1,45	1,50				1,46
5	Soldar en punto	2,50						2,50
6	Cuadrar y soldar	3,62						3,62
7	Esperar que enfrie							3,00
8	Esmerilar y pulir	1,77						1,77
9	plantillar y Perforar 1/4"	1,83						1,83
10	Perforar 1/2" y sacar rebarba	1,22						1,22
11	Lavar y secar	1,58	1,67	1,78				1,68
12	Esperar que seque							3,00
13	Masillar	1,57						1,57
14	Esperar que endure la masilla							5,00
15	Plantillar para puertas	1,73	1,75	1,60	1,77			1,71
16	Perforar para puertas	0,98	0,97					0,98
17	Sacar masilla	2,02	1,97	2,07	1,80			1,97
18	Lijar y limar	3,52	3,40	3,35	2,97	3,38	3,25	3,31

PUERTAS		Número de muestras PRE-TEST						Promedio de observaciones
Item	Actividades	1	2	3	4	5	6	
1	Medición y corte de planchas	0,88	0,88	0,90				0,89
2	Recortes de piezas	1,78						1,78
3	Doblar y trazar	1,10	1,17	1,10				1,12
4	Doblar (maq. Manual)	1,17	1,28	1,18	1,27			1,23
5	soldar	0,83	0,90	0,93	0,90	1,00		0,91
6	Esmerilar y pulir	1,23	1,25	1,28				1,25
7	Cortar metal para armazón	0,30	0,30	0,28	0,30			0,30
8	Recortar armazón	1,03						1,03
9	Doblar armazón	1,23						1,23
10	doblar y soldar visagras	1,58	1,72					1,65
11	Armar y soldar armazón	2,28						2,28
12	Lavar y secar	2,38	2,25	2,50				2,38
C 13	Perforar para soporte de vidrio	0,75						0,75
C 14	Lijar y limar	2,10	2,17					2,14

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19 es el siguiente paso del cálculo de número de muestras, pues aquí se busca obtener el promedio de las observaciones para poder dar la valoración y suplementos, con la finalidad de calcular el tiempo estándar como se muestra en el siguiente cuadro:






Tabla N° 20: Tiempo estándar Pre-test

CAJAS		Estandarización de tiempos PRE-TEST				
Item	Actividades	Promedio de observaciones	valoración Westinghouse	TN	Suplemento	Ts
1	Medición y corte de planchas	1,55	0,95	1,47	1,17	1,72
2	Recorte del metal	0,96	0,95	0,91	1,17	1,06
3	Doblado del metal	3,93	0,95	3,73	1,17	4,37
4	Armar y soldar	1,46	0,95	1,39	1,17	1,62
5	Soldar en punto	2,50	0,95	2,38	1,17	2,78
6	Cuadrar y soldar	3,62	0,95	3,44	1,17	4,02
7	Esperar que enfrie	3,00	1	3,00	1	3,00
8	Esmerilar y pulir	1,77	0,95	1,68	1,17	1,97
9	plantillar y Perforar 1/4"	1,83	0,95	1,74	1,17	2,03
10	Perforar 1/2" y sacar rebarba	1,22	0,95	1,16	1,17	1,36
11	Lavar y secar	1,68	0,95	1,59	1,17	1,86
12	Esperar que seque	3,00	1	3,00	1	3,00
13	Masillar	1,57	0,95	1,49	1,17	1,75
14	Esperar que endure la masilla	5,00	1	5,00	1	5,00
15	Plantillar para puertas	1,71	0,95	1,63	1,17	1,90
16	Perforar para puertas	0,98	0,95	0,93	1,17	1,08
17	Sacar masilla	1,97	0,95	1,87	1,17	2,18
18	Lijar y limar	3,31	0,95	3,15	1,17	3,68
TOTAL		41,05		39,54		44,40
PUERTAS		Estandarización de tiempos PRE-TEST				
Item	Actividades	Promedio de observaciones	valoración Westinghouse	TN	Suplemento	Ts
1	Medición y corte de planchas	0,89	0,95	0,84	1,17	0,99
2	Recortes de piezas	1,78	0,95	1,69	1,17	1,98
3	Doblar y trazar	1,12	0,95	1,07	1,17	1,25
4	Doblar (maq. Manual)	1,23	0,95	1,16	1,17	1,36
5	soldar	0,91	0,95	0,87	1,17	1,01
6	Esmerilar y pulir	1,25	0,95	1,19	1,17	1,39
7	Cortar metal para armazón	0,30	0,95	0,28	1,17	0,33
8	Recortar armazón	1,03	0,95	0,98	1,17	1,14
9	Doblar armazón	1,23	0,95	1,17	1,17	1,37
10	doblar y soldar visagras	1,65	0,95	1,57	1,17	1,83
11	Armar y soldar armazón	2,28	0,95	2,17	1,17	2,53
12	Lavar y secar	2,38	0,95	2,26	1,17	2,64
C 13	Perforar para soporte de vidrio	0,75	0,95	0,71	1,17	0,83
C 14	Lijar	2,14	0,95	2,03	1,17	2,37
TOTAL		18,93		17,98		21,04

Fuente: Elaboración propia

(T.E Total de cajas = 44.40) + (T.E de las actividades 13 y 14 de puertas = 0.83 + 2.37) = 47.6 T. E del ciclo de fabricación por gabinete.






Tabla N° 21: Análisis del flujo del proceso 1 Pre-test

Análisis de flujo de Proceso									
Proceso	Fabricación de gabinetes adosados					Resumen			
Pieza	Caja					Actividad	Pre-test	Post-test	
Elaborado por	Dennis Bryan Samata Huaman					Operación	62		
Área	Producción					Inspección	9		
Inicia	Medición y corte de planchas					Demora	3		
Termina	Lijar y limar					Transporte	13		
Fecha	1 de octubre					Almacenamiento	0		
Método	Actual		Propuesto			Tiempo (min)	44,40		
Item	Sub actividades						Min	Valor	
								SI	No
	Medición y corte de planchas						1,72		
1	Traer plancha							x	
2	Subir plancha							x	
3	Medir y marcar							x	
4	Colocar y Cortar plancha							x	
5	Verificar								x
	Recorte del metal						1,06		
6	Recoger piezas							x	
7	Colocar pieza							x	
8	Recortar y retirar pieza							x	
9	Verificar								x
	Doblado del metal						4,37		
10	Trasladar piezas a la maq. Aut.								x
11	Colocar pieza en maq. Aut							x	
12	Doblar							x	
13	Retirar pieza							x	
14	Trasladar a maq. Manual								x
15	Colocar pieza en maq. Manual							x	
16	Doblar							x	
17	Retirar pieza							x	
18	Verificar con escuadra								x
	Armar y soldar						1,62		
19	Trasladar piezas a la soldadora								x
20	Armar o unir piezas							x	
21	Soldar puntas							x	
22	Verificar								x
23	Poner la caja al suelo								x
	Soldar en punto						2,78		
24	Trasladar a maq. De punto								x
25	Colocar caja en la maq.							x	
26	Colocar pieza de cobre							x	
27	Soldar							x	
28	Girar operario con la caja								x
29	Retirar pieza de cobre							x	
30	Retirar caja							x	
31	Poner la caja al suelo								x
32	Verificar puntos								x
	Cuadrar y soldar						4,02		
33	Trasladar la caja a la mesa								x
34	Martillar y nivelar							x	
35	Colocar puertas							x	
36	Soldar uniones							x	
37	Poner la caja al suelo								x
	Esperar que enfrie						3,00		
38	Evitar manipulación								x
	Esmerilar y pulir						1,97		
39	Trasladar la caja a la mesa								x
40	Retirar topes							x	
41	Esmerilar							x	

42	Pulir	●						x	
43	Poner la caja al suelo	●							x
	plantillar y Perforar 1/4"						2,03		
44	Trasladar la caja a la mesa				●				x
45	Plantillar	●						x	
46	Perforar	●						x	
47	Poner la caja al suelo	●							x
	Perforar 1/2" y sacar rebarba						1,36		
48	Poner la caja en la mesa	●							x
49	Perforar	●						x	
50	Girar la caja	●						x	
51	Sacar la rebarba	●						x	
52	Poner la caja al suelo	●							x
	Lavar y secar						1,86		
53	Poner la caja en la mesa	●							x
54	Sacar desperdicios	●							x
55	Mojar trapo	●						x	
56	Lavar	●						x	
57	Secar	●						x	
58	Trasladar a las maderas				●				x
	Esperar que seque						3,00		
59	Esperar secado del ácido				●				x
60	Hechar aire a las uniones	●							x
	Masillar						1,75		
61	Agitar masilla	●						x	
62	Masillar	●						x	
63	Verificar masillado								x
	Esperar que endure la masilla						5,00		
64	Esperar que solidifique				●				x
	Plantillar para puertas						1,90		
65	Buscar número de la caja				●				x
66	Trasladar la caja a la mesa				●				x
67	Poner plantillas	●						x	
68	Poner y sostener puerta	●						x	
69	Marcar visagras	●						x	
70	Retirar puertas y plantillas	●						x	
71	Marcar número a la caja	●							x
72	Marcar número a la puerta	●							x
73	Poner la caja al suelo	●							x
	Perforar para puertas						1,08		
74	Trasladar la caja a la mesa				●				x
75	Centrar	●						x	
76	Verificar				●				x
77	Perforar	●						x	
78	Poner la caja al suelo	●							x
	Sacar masilla						2,18		
79	Ordenar cajas	●							x
80	Pasar maquina de lijar	●						x	
81	Girar caja	●						x	
82	Pasar maquina de lijar	●						x	
83	Verificar				●			x	
	Lijar y limar						3,68		
84	Trasladar la caja a la mesa	●							x
85	Limar	●						x	
86	Lijar	●						x	
87	Verificar y poner la caja en la tabla				●				x

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 22: Análisis del flujo del proceso 2 Pre-test

Análisis de flujo de Proceso									
Proceso	Fabricación de gabinetes adosados					Resumen			
Pieza	Puerta					Actividad	Pre-test	Post-test	
Elaborado por	Dennis Bryan Samata Huaman					Operación	50		
Área	Producción					Inspección	7		
Inicia	Medición y corte de planchas					Demora	0		
Termina	Lijar y limar					Transporte	12		
Fecha	1 de octubre					Almacenamiento	0		
Método	Actual		Propuesto			Tiempo (min)	21,04		
Item	Actividad						Min	Valor	
								SI	No
	Medición y corte de planchas						0,99		
1	Traer plancha							x	
2	Subir plancha a la maq.							x	
3	Medir y marcar							x	
4	Cortar							x	
5	Verificar								x
	Recortes de piezas						1,98		
6	Trasladar pieza								x
7	Colocar pieza en maq.							x	
8	Recortar							x	
9	Retirar pieza y poner al suelo							x	
10	Verificar								x
	Doblar y trazar						1,25		
11	Trasladar pieza								x
12	Subir pieza y trazar							x	
13	Colocar pieza en maq.							x	
14	Doblar							x	
15	Retirar pieza y poner al suelo							x	
	Doblar (maq. Manual)						1,36		
16	Trasladar pieza								x
17	Colocar pieza en maq. Manual							x	
18	Doblar							x	
19	Martillar o unir							x	
20	Bajar palanca								x
21	Retirar pieza							x	
22	Verificar								x
	soldar						1,01		
23	Trasladar pieza								x
24	Martillar							x	
25	Verificar								x
26	Soldar							x	
	Esmerilar y pulir						1,39		
27	Esmerilar							x	
28	Pulir							x	
	Cortar metal para armazón						0,33		
29	Traer plancha							x	
30	Subir plancha a la maq.							x	
31	Colocar plancha							x	
32	Cortar							x	
	Recortar armazón						1,14		
33	Trasladar pieza								x
34	Colocar pieza en maq.							x	
35	Recortar y retirar pieza							x	
36	Verificar								x
	Doblar armazón						1,37		
37	Trasladar pieza a la maq.								x
38	Colocar pieza							x	
39	Doblar							x	
40	Retirar							x	
41	Verificar								x

	doblar y soldar visagras					1,83		
42	Trasladar visagra a maq. Manua						x	
43	Colocar visagra en maq. Manua						x	
44	Doblar visagra						x	
45	Bajar palanca						x	
46	Retirar visagra						x	
47	Trasladar visagra a maq.de punt						x	
48	Unir pieza y visagra					x		
49	soldar					x		
50	Retirar pieza					x		
	Armar y soldar armazón					2,53		
51	Martillar puerta					x		
52	Armar puerta con armazón					x		
53	Trasladar a maq. De punto						x	
54	Colocar piezas en maq. De punto					x		
55	Soldar					x		
56	Retirar y poner puerta al suelo						x	
	Lavar y secar					2,64		
57	Trasladar puertas						x	
58	Mojar y esprimir trapo					x		
59	Lavar puerta					x		
60	Abrir visagra						x	
61	Lavar visagra					x		
62	Secar puerta					x		
63	Poner la puerta al suelo						x	
	Perforar para soporte de vidrio					0,83		
64	Subir puertas a mesa y plantillar					x		
65	Perforar					x		
	Lijar y limar					2,37		
66	Limar esquinas de la puerta						x	
67	Lijar puerta					x		
68	Verificar						x	
69	Poner la puerta al suelo						x	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 23 se da el resumen de los flujos de los procesos de fabricación (caja y puerta) a través de un índice de actividades para su respectivo análisis.

Tabla N° 23: Medición del índice de actividades Pre-test

Datos de la empresa	ARAI INDUSTRIAL SAC, proceso de fabricación		Fecha
Datos de la colecta	$IA = \frac{TA - TANAV}{TA}$		01/10/2018
Pre-test			26/10/2018
			Índice de Actividades
Fabricación	TA	TANAV	IA
Cajas	87	39	0,55
Puertas	69	27	0,60

Fuente: Elaboración propia

2.5.2. Ejecución de la propuesta de mejora

Mediante la ejecución de la propuesta, se busca fortalecer el proceso de fabricación y así volverla más controlada respecto al tiempo, ya que no existe una base de datos o tiempo estándar para un correcto seguimiento de las actividades, de modo que aparte de controlar, se forjará una metodología de aprovechamiento del tiempo obteniendo una manufactura esbelta. Además, también por medio de esta implementación el trabajo en equipo se volverá un papel relevante, ya que lo que se espera principalmente es fortalecer el factor humano en el proceso de fabricación. A continuación, se muestra las bases de la propuesta:

Figura N° 22: Alternativas de solución

Alternativas de solución	
Estudio de tiempos	
Estudio de métodos	
Cambio de máquinas manuales	
Eliminación de verificaciones	
Fortalecimiento del trabajo en equipo	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro nos muestra las soluciones a implementar para solucionar las causas encontradas en la espina de Ishikawa general; y así poder cumplir los objetivos de esta investigación.

2.5.2.1. Cronograma de la propuesta

Tabla N° 24: Gantt de la propuesta

ACTIVIDADES	2018																2019																													
	Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio					
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4						
Implementación del Estudio del trabajo																																														
Paso1 :Seleccionar el área y el proceso a estudiar																																														
Identificación de las actividades del estudio																																														
Coordinación con el Gerente de ARAI INDUSTRIAL																																														
Paso 2: Registro de información del objeto de estudio																																														
Analizar los datos																																														
Paso 3: Examinar las actividades a tratar																																														
Realizar interrogatorio sistemático de las actividades																																														
Paso 4: Establecer el método mas conveniente																																														
Paso 5: Evaluar y analizar el costo del producto a estudiar																																														
Paso 6: Definir y presentar el nuevo método a seguir a los involucrados																																														
Definir tiempo estándar																																														
Paso 7: Implantar y realizar el nuevo método de trabajo																																														
Paso 8: Controlar el nuevo método de trabajo																																														
Análisis de control																																														

Fuente: Elaboración propia

2.5.2.2. Actividades de la propuesta de mejora

Las actividades a ejecutar están conformadas por los pasos de Kanawaty para la aplicación del Estudio del trabajo, pues esta herramienta dará tratamiento a las tres causas más significativas del estudio, pues están asociadas directamente con el tiempo: **Operaciones no estandarizadas, tiempo improductivo y las distracciones**, donde se utilizará el estudio de tiempos y el estudio de métodos de manera general en la propuesta. A continuación, se da los pasos a ejecutar:

Paso1: Seleccionar el área y el proceso a estudiar:

Se realiza un análisis de la empresa en el área productiva con la finalidad de obtener el proceso a estudiar y poder dar la mejora.

. Identificación de las actividades del estudio:

Una vez obtenido el proceso a estudiar se realiza un mapeo de las actividades del proceso para así poder desglosar en sub actividades para un mejor registro.

. Coordinación con el Gerente de ARAI INDUSTRIAL:

Para realizar el registro de los datos a más a fondo, se coordina con el gerente para realizar un levantamiento de datos más detallado.

Paso 2: Registro de información del objeto de estudio:

Una vez obtenido la autorización, se da el respectivo registro de las subactividades desglosadas y así detallar el tipo de actividades que se dan, a través de diagramas de análisis de flujos.

. Analizar los datos:

Se da seguimiento de las subactividades, con la finalidad de separar de las que agregan valor y las que no agregan valor.

Paso 3: Examinar las actividades a tratar:

Una vez obtenido los grupos de análisis, sub actividades que agregan valor y las sub actividades que no agregan valor, se utiliza la técnica adecuada para una mejor examinación.

. Realizar interrogatorio sistemático de las actividades:

Se realiza un interrogatorio sistemático de las sub actividades que no agregan valor, para tener en cuenta sus funciones de cada una de ellas y poder tratarlas.

Paso 4: Establecer el método más conveniente: A través del interrogatorio sistemático de las sub actividades que no agregan valor, se da solución de cada una de ellas con la finalidad de reducir o eliminar los tiempos de cada una de ellas.

Paso 5: Evaluar y analizar el costo del producto a estudiar:

Se lleva a cabo el análisis del costo unitario del producto, para poder saber que materiales se utilizan para fabricarlo y tener en claro el costo variable para el análisis económico financiero que se da posteriormente.

Paso 6: Definir y presentar el nuevo método a seguir a los involucrados:

Una vez ya establecido el método, se define como el nuevo modelo a seguir a los operarios involucrados a través de un manual de actividades.

. Definir tiempo estándar:

Ya explicado el nuevo método se realiza un tiempo estándar para el debido control del seguimiento de las actividades.

Paso 7: Implantar y realizar el nuevo método de trabajo:

Para el cumplimiento del nuevo método de trabajo se implanta las mejoras propuestas mencionadas en el paso 4.

En la implantación de las mejoras se tomó las siguientes alternativas:

- Cambio de máquinas manuales: Se cambiará las máquinas manuales en la sub actividad del quitado de masilla. Pues la máquina a remplazar será la máquina lijadora por un esmeril.
- Eliminación de verificaciones: Se realizará el control adecuado del cumplimiento del método por medio de la coordinación con los operarios.
- Fortalecimiento del trabajo en equipo: Se pulirá los factores de este, con la finalidad de tratar las demás causas de la baja productividad encontradas en el estudio.

Para ello tuvo lugar la reubicación del material terminado, la exigencia o el control del orden de la ubicación de los materiales de trabajo, y por último el trabajo en parejas o facilitación al compañero.

Paso 8: Controlar el nuevo método de trabajo:

Se da el control y seguimiento del todo, tanto la mejora y el nuevo método de trabajo.

. Análisis de control:

Se realiza comparaciones del antes y después, con la finalidad de mantener el nuevo método.

2.5.2.3. Presupuesto de la propuesta

Tabla N° 25: Presupuesto de la propuesta

Presupuesto del proyecto					
Recursos de Materiales					
Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario		Total
Lapiceros	und	5	S/	1,00	S/ 5,00
Folders	und	10	S/	1,00	S/ 10,00
Hojas bonds A4	millar	2	S/	26,00	S/ 52,00
Tinta para impresoras B/n	cartucho	1	S/	40,00	S/ 40,00
Memoria USB	und	1	S/	48,00	S/ 48,00
Cronometro digital	und	1	S/	160,00	S/ 160,00
Cinta negra	und	3	S/	2,00	S/ 6,00
Escobas y recogedores	und	4	S/	8,00	S/ 32,00
Disco de pulir	und	4	S/	4,00	S/ 16,00
TOTAL					S/ 369,00
Recursos Mano de obra					
Descripción		Costo		Total	
Tiempo de seguimiento (control)		S/	110,00	S/	110,00
TOTAL					S/ 110,00
Resumen del presupuesto					
Recurso de materiales					S/ 369,00
Recursos de mano de obra					S/ 110,00
TOTAL					S/ 479,00

Fuente: Elaboración propia

2.5.2.4. Implementación de la propuesta de mejora

Para el confrontamiento de las causas más sobresalientes se aplicará el estudio del trabajo, pues estas causas están directamente asociadas con el tiempo, de tal forma el que fue de gran prioridad fue Operaciones no estandarizadas por el mayor impacto en la productividad. Las siguientes causas son:

- . Operaciones no estandarizadas
- . Tiempo improductivo
- . Distracciones

Para la correspondiente implementación del estudio del trabajo en el proceso de fabricación de gabinetes en la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC se ejecutaremos los 8 pasos correspondiente según **Kanawaty** que se verán más adelante:

Paso 1: SELECCIONAR

Una vez tenido en claro el problema que afecta al proceso productivo del producto(gabinete adosado estándar) de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC fue necesaria el desglose de todas las actividades en subactividades del proceso para poder proceder con la realización del nuevo método a seguir, que es el objetivo de este estudio, es importante tener en cuenta que todas las actividades que se ejecutan son indispensables para su realización del producto, pues con el método será de gran prioridad seleccionar cada una de ellas para darle una solución adecuada. Este estudio seleccionó el proceso de fabricación de gabinetes estándar ya que es el producto bandera o el más vendido de la empresa. Pues este proceso comprende las siguientes actividades para su respectiva elaboración del gabinete:

- Cajas: Medición y corte de planchas, Recorte del metal, Doblado del metal, Armar y soldar, Soldar en punto, Cuadrar y soldar, Esperar que enfríe, Esmerilar y pulir, Plantillar y Perforar 1/4" , Perforar 1/2" y sacar rebarba, Lavar y secar, Esperar que seque , Masillar, Esperar que endure la masilla, Plantillar para puertas, Perforar para puertas, Sacar masilla, Lijar y limar.
- Puertas: Medición y corte de planchas, Recortes de piezas, Doblar y trazar, Doblar (maq. Manual), Soldar, Esmerilar y pulir, Cortar metal para armazón, Recortar armazón, Doblar armazón, Doblar y Soldar bisagras, Armar y soldar armazón, Lavar y secar, Perforar para soporte de vidrio, Lijar y limar.

En la fabricación de gabinetes no existe un estándar de elaboración de sus operaciones puesto que genera atraso de producción, más aún cuando no hay control o supervisión por el encargado. En la selección de las actividades se tomó más énfasis en la elaboración de la caja del gabinete, ya que tarda más tiempo en fabricar que la puerta.

En la Tabla N° 14 se puede observar los tiempos de las actividades correspondiente al proceso de fabricación de la caja, de manera que al fabricar cada caja dura alrededor de 41 minutos. Puesto que los datos fueron tomados en pleno funcionamiento de la planta, cabe recalcar que los operarios al realizar las actividades lo ejecutaban de manera mecanizada cuando está presente el encargado, ya que los tiempos no varían de manera significativa, esto se da por la constante fabricación que realizan los trabajadores.

Paso 2: REGISTRO

Una vez seleccionado las actividades o proceso a estudiar, se procedió con el siguiente paso del estudio de trabajo. El registro de la información de las actividades se dio del método encontrado en la empresa, método de fabricación de gabinetes. Esta etapa es verdaderamente importante, puesto se dio registro de todas las actividades ejercidas por los operarios, de manera que se desglosó a las actividades en sub actividades para su mejor comprensión, de manera que se puedan diferenciar los movimientos que si agregan valor como también los que no agregan valor dentro del proceso de fabricación, logrando obtener un mejor desarrollo de la mejora y como resultado un aumento de la productividad del trabajador.

En la Tabla N° 21 muestra que, el análisis de flujo del proceso 1 es el método a estudiar del proceso de fabricación de **cajas**, donde este empieza desde la sub actividad de traer planchas hasta verificar y poner la caja en la tabla. Se puede observar también que el proceso de fabricación de cajas contiene 62 operaciones, 9 inspecciones, 3 demoras, 13 transportes y respecto con el almacenaje es nulo; sumando todas las subactividades dan un total 87 sub actividades.

En la Tabla N° 22 muestra que, el análisis de flujo del proceso 2 es el método actual del proceso de fabricación de **puertas**, donde este empieza desde la sub actividad de traer planchas hasta verificar y poner la caja en la tabla. Se puede observar también que el proceso de fabricación de puertas contiene 50 operaciones, 7 inspecciones, 0 demoras, 12 transportes y respecto con el almacenaje es nulo; sumando todas las subactividades dan un total 69 sub actividades.

Índice de actividades (IA):

$$IA = \frac{TA - TANAV}{TA}$$

	TA	TANAV	IA
- Cajas	87	39	0,55 = 55%
- Puertas	69	27	0,60 = 60%

Índice en minutos:

- Cajas	44,40	15,17	0,65 = 65%
- Puertas	21,04	2,52	0,88 = 88%

Paso 3: EXAMINAR

Después de haber concluido con el registro de la información del método del mes de octubre, haciendo uso de las tablas de análisis de flujo de proceso N° 21 y 22 ,se continuo a examinar estos registros.

En la examinación se utilizó la técnica de interrogatorio sistemático que está constituido por preguntas del análisis de flujo 1 y 2, puesto que servirá para realizar un eficiente análisis del presente método de la empresa. En el siguiente cuadro se mostrará la naturaleza actual de las sub actividades que serán tratadas, las cuales están constituidas por actividades que no agregan valor y que agregan valor, puesto que estas están conformadas por verificaciones, transportes, operaciones.

Tabla N° 26: Análisis del interrogatorio sistemático (Cajas) 1

Análisis de interrogatorio sistemático (Cajas)			
Ítem	Sub actividad, Actividad	¿Por qué se hace?	¿Para qué se hace?
1	Verificar, Recorte de metal	Porque después del recorte del metal se tiene que verificar que la pieza tenga la misma medida en los 4 lados.	Para continuar con el doblado del metal a pesar que es innecesario
2	Verificar con escuadra, Doblado del metal	Porque después de doblar se tiene que verificar que el dobles o el ángulo sea el adecuado	Para continuar con el armado y soldado de la caja a pesar que sea innecesario
3	Girar operario con la caja, Soldar en punto	Porque se tiene que soldar toda la vuelta de la caja	Para soldar las cabeceras de las cajas
4	Verificar puntos, Soldar en punto	Porque después del soldado se tiene que verificar que las uniones estén bien soldadas o unidas	Para continuar con el cuadrado y soldado de las cajas a pesar que es innecesario
5	Trasladar la caja ala mesa, Plantillar y perforar 1/4	Porque después de esmerilar y pulir se debe trasladar al lugar de perforación	Para poder plantillar y perforar, y seguir con la fabricación
6	Poner la caja al suelo, Plantillar y perforar 1/4	Porque después de perforar se debe bajar la caja para la siguiente caja.	Para tener espacio para la siguiente unidad
7	Poner la caja en la mesa, Perforar 1/2 y sacar rebarba	Porque se debe perforar con broca de 1/2 y sacar rebarba	Para poder perforar y seguir con la fabricación
8	Poner la caja al suelo, Perforar 1/2 y sacar rebarba	Porque se debe bajar para subir otra caja.	Para tener espacio para la siguiente unidad
9	Sacar desperdicios, Lavar y secar	Porque son desperdicios que no tiene valor.	Para tener la caja libre de residuos sólidos
10	Echar aire a las uniones, Esperar que seque	Porque después del lavado queda ácido en las uniones.	Para poder facilitar el masillado

11	Verificar masillado, Masillar	Porque después del masillado no suela quedar bien tras los residuos del ácido	Para continuar, y esperar que seque adecuadamente a pesar que es innecesario
12	Buscar número para la caja, Plantillar para puertas	Porque se requieren que la caja y la puerta tengan el mismo número	Para poder plantillar con sus respectivas puertas
13	Poner la caja al suelo, Plantillar para puertas	Porque se debe bajar para subir otra caja.	Para tener espacio para la siguiente unidad
14	Trasladar la caja a la mesa, Perforar para puertas	Porque se necesita perforar para las puertas	Para seguir con la perforación para las puertas y seguir con la fabricación
15	Verificar, Perforar para puertas	Porque después de perforar se requiere verificar que los agujeros estén correctos	Para continuar con el retiro de la masilla a pesar que sea innecesario
16	Ordenar cajas, Sacar masilla	Porque se necesita espacio para realizar el adecuado movimiento de la mano	Para poder sacar masilla de la caja
17	Pasar máquina de lijar, Sacar masillas	Porque se requiere retirar la masilla sobrante	Para tener el borde de la caja uniforme.
18	Verificar, Lijar y Limar	Porque después del lijado se tiene que verificar el acabado de la superficie.	Para continuar con el proceso de pintado y ensamblado

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 27: Análisis del interrogatorio sistemático (Puertas) 1

Análisis de interrogatorio sistemático (Puertas)			
Ítem	Sub actividad, Actividad	¿Por qué se hace?	¿Para qué se hace?
1	Verificar, Recortes de piezas	Porque después del recorte del metal se tiene que verificar que la pieza tenga la misma medida en los 4 lados.	Para continuar con el doblado del metal a pesar que es innecesario
2	Verificar, Doblado en máquina manual	Porque después de doblar se tiene que verificar el dobles o el ángulo sea el adecuado	Para continuar con el soldado de la puerta a pesar que sea innecesario
3	Martillar, Soldar	Porque se tiene que cerrar los orificios de la puerta	Para soldar adecuadamente
4	Verificar, Soldar	Porque después de soldar se tiene que verificar que las uniones estén cerrados	Para continuar con el esmerilado y pulido de la puerta a pesar que sea innecesario
5	Pulir, Esmerilar y pulir	Porque se tiene que dejar lizo las esquinas de las puertas	Para dejar la superficie de la puerta uniforme

6	Verificar, Recortar armazón	Porque después de recortar el armazón se tiene que verificar el recorte adecuado	Para continuar con el doblado del armazón de la puerta a pesar que sea innecesario
7	Verificar, Doblar armazón	Porque después de doblar el armazón se tiene que verificar que encaje en la puerta	Para continuar con el doblado y el soldado de las bisagras de la puerta a pesar que sea innecesario
8	Poner la puerta al suelo, Lavar y secar	Porque se debe bajar para subir otra puerta.	Para tener espacio para la siguiente unidad
9	Subir puertas a la mesa y plantillar, Perforar para soporte de vidrio	Porque se necesita perforar para los soportes	Para poder perforar para los soportes y seguir con la fabricación
10	Limar esquina de la puerta, Lijar y limar	Porque se tiene que retirar las rebabas	Para tener un marco homogéneo
11	Verificar, Lijar y limar	Porque después del lijado se tiene que verificar el acabado	Para continuar con el proceso de pintado y ensamblado

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: ESTABLECER

Después de tener el diagnóstico de la situación del proceso a través de la observación directa, se decidió nuevas formas de tratamiento en algunas sub actividades del proceso de fabricación, con el objetivo de confrontar el problema y reducir tiempos

A través del registro y examinación se dio a entender que existe subactividades que pueden ser cambiadas a través de nuevos modos de utilizar los equipos o herramientas, como también eliminar operaciones e inspecciones, con la finalidad que se logre un mejor desenvolvimiento de trabajador. En esta etapa se ideó las siguientes soluciones que se mostrará en el siguiente cuadro:

Tabla N° 28: Análisis del interrogatorio sistemático (Cajas) 2

Análisis de interrogatorio sistemático (Cajas)			
Ítem	Sub actividad, Actividad	¿Cómo debería hacerse?	¿Qué debería hacerse?
1	Verificar, Recorte de metal	Tratar que al más mínimo posible el operario verifique y continúe con la actividad siguiente	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad
2	Verificar con escuadra, Doblado del metal	Tratar que al más mínimo posible el operario verifique y continúe con la actividad siguiente	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad
3	Girar operario con la caja, Soldar en punto	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Implementar un manual de procedimientos de las sub actividades

4	Verificar puntos, Soldar en punto	Tratar que al más mínimo posible el operario verifique y continúe con la actividad siguiente	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad
5	Trasladar la caja a la mesa, Plantillar y perforar 1/4	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Implementar un manual de procedimientos de las sub actividades
6	Poner la caja al suelo, Plantillar y perforar 1/4	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Implementar un manual de procedimientos de las sub actividades
7	Poner la caja en la mesa, Perforar 1/2 y sacar rebarba	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Implementar un manual de procedimientos de las sub actividades
8	Poner la caja al suelo, Perforar 1/2 y sacar rebarba	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Implementar un manual de procedimientos de las sub actividades
9	Sacar desperdicios, Lavar y secar	Indicando al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Implementar un manual de procedimientos de las sub actividades y Pulir los factores del trabajo en equipo
10	Echar aire a las uniones, Esperar que seque	Indicando al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Implementar un manual de procedimientos de las sub actividades
11	Verificar masillado, Masillar	Tratar que al más mínimo posible el operario verifique y continúe con la actividad siguiente	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad
12	Buscar número para la caja, Plantillar para puertas	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad y Pulir los factores del trabajo en equipo
13	Poner la caja al suelo, Plantillar para puertas	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad y Pulir los factores del trabajo en equipo
14	Trasladar la caja a la mesa, Perforar para puertas	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad y Pulir los factores del trabajo en equipo
15	Verificar, Perforar para puertas	Tratar que al más mínimo posible el operario verifique y continúe con la actividad siguiente	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad
16	Ordenar cajas, Sacar masilla	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad y Pulir los factores del trabajo en equipo
17	Pasar máquina de lijar, Sacar masillas	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Cambio de máquinas manuales
18	Verificar, Lijar y Limar	Tratar que al más mínimo posible el operario verifique y continúe con la actividad siguiente	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 29: Análisis del interrogatorio sistemático (Puertas) 2

Análisis de interrogatorio sistemático (Puertas)			
Ítem	Sub actividad, Actividad	¿Cómo debería hacerse?	¿Qué debería hacerse?
1	Verificar, Recortes de piezas	Tratar que al más mínimo posible el operario verifique y continúe con la actividad siguiente	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad
2	Verificar, Máquina manual	Tratar que al más mínimo posible el operario verifique y continúe con la actividad siguiente	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad
3	Martillar, Soldar	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Implementar un manual de procedimientos de las sub actividades
4	Verificar, Soldar	Tratar que al más mínimo posible el operario verifique y continúe con la actividad siguiente	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad
5	Pulir, Esmerilar y pulir	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Implementar un manual de procedimientos de las sub actividades
6	Verificar, Recortar armazón	Tratar que al más mínimo posible el operario verifique y continúe con la actividad siguiente	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad
7	Verificar, Doblar armazón	Tratar que al más mínimo posible el operario verifique y continúe con la actividad siguiente	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad
8	Poner la puerta al suelo, Lavar y secar	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Implementar un manual de procedimientos de las sub actividades
9	Subir puertas a la mesa y plantillar, Perforar para soporte de vidrio	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Implementar un manual de procedimientos de las sub actividades y Pulir los factores del trabajo en equipo
10	Limar esquina de la puerta, Lijar y limar	Indicar al operario a realizar el trabajo de otro modo más adecuado	Implementar un manual de procedimientos de las sub actividades y Pulir los factores del trabajo en equipo
11	Verificar, Lijar y limar	Tratar que al más mínimo posible el operario verifique y continúe con la actividad siguiente	Tratar la eliminación de verificaciones en la actividad

Fuente: Elaboración propia

En el proceso de fabricación de cajas, viene a ser el objetivo relevante para el nuevo método, ya que este ocupa el mayor tiempo, de modo que su enfoque fue primordial; las actividades finales que tiene este proceso son manuales por ende el aprovechamiento del tiempo de las

actividades no depende de la maquinaria, si no del rendimiento de los operarios. Cabe aclarar que para la fabricación de gabinetes solo 3 trabajadores se ocupan de su elaboración de forma directa, pues son ellos quienes serán responsables o asignados del funcionamiento del nuevo método, pues solo ellos de los 7 trabajadores de la parte productiva de la empresa y el encargado de producción tendrá la tarea de dar seguimiento del nuevo método.

Paso 5: EVALUAR

Después de establecer o idear el nuevo método, se continuará con el quinto paso. En esta etapa se analizó el costo del producto antes de la implementación de la mejora.

En el costeo del producto se calculó mediante los costos de mano de obra, materia prima y los costos indirectos de fabricación. En este caso se realizará el costeo de 100 gabinetes adosados.

Costeo del producto:

Tabla N° 30: Costeo de la materia prima

MATERIALES DIRECTOS (MD)				
ITEM	MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
1	PLANCHA LAF AL CARBON 2mm x1,20mt x 2,40mt	45	69	3,105.00
2	CHAPA PUSH. MARCA RV.	100	3	300
3	VIDRIO TRANSPARENTE ESP:3mm	100	6	600
4	REMACHE TIPO POP CIEGO ALUMINIO 1/8" x 1/2".	1 PAQUETE	12	12
5	PINTURA ELECTROSTATICA CAJA 25KG	5 CAJAS	400	2,000.00
6	VISAGRA TIPO PIANO BAÑADO EN BRONCE	20 TIRAS	17	340
7	PERNOS 3/16" x 1/2" ZINCADOS	1 PAQUETE	10	10
8	TUERCAS 3/16" x 1/2" ZINCADOS	1 PAQUETE	10	10
9	ESTOBOLES 3/16" x 1/2" ZINCADOS	1 PAQUETE	10	10
10	MASILLA PLASTICA MARCA SIKA	10 TARROS	6	60
			SUB TOTAL S/.	6,447.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 31: Costeo de la mano de obra

Mano de obra directa (MOD)		
N°	Mano de obra	Salario al Mes
1	Soldador	S/1.800,00
2	Operador 1	S/1.000,00
3	Operador 2	S/1.000,00
Total		S/3.800,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 32: Costeo de los costos indirectos de fabricación

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION	
MATERIA PRIMA INDIRECTA	
soldadura	S/. 16.00
acido acondicionador	S/. 20.00
trapo industrial	S/. 16.50
disco de desbaste	S/. 8.00
disco de avance	S/. 8.00
lijas	S/. 16.00
MANO DE OBRA INDIRECTA	
Operador técnico	S/. 1,400.00
OTROS COSTO INDIRECTOS	
mantenimiento	S/. 600.00
agua	S/. 100.00
luz	S/. 250.00
gas	S/. 135.00
COSTO TOTAL CIF	S/. 2,569.50

Fuente: Elaboración propia

Una vez encontrado los costos de materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación, se procedió a hallar el costo unitario del producto:

Tabla N° 33: Costo unitario

Costo del producto		
Materia prima	S/6.447,00	S/64,47
Mano de obra	S/3.800,00	S/38,00
Costos indirectos de fabricación	S/2.569,50	S/25,70
Costo total del producto		S/128,17

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33 muestra que el costo unitario para la fabricación de un gabinete es de S/. 128,17.

Paso 6: DEFINIR

Ya obtenido la manera de confrontar el problema, fue momento de plasmarlo en un manual de procedimiento de forma propia a la empresa, mostrando todas las actividades y subactividades del proceso que se ejecutará; pues el manual presenta el nuevo método de hacer el trabajo, el cual mejorará el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC.

Tabla N° 34: Manual del nuevo método de las actividades

Item	Sub actividades de fabricación de cajas	Item	Sub actividades de fabricación de puertas
	Medición y corte de planchas		Medición y corte de planchas
1	Traer plancha	1	Traer plancha
2	Subir plancha	2	Subir plancha a la maq.
3	Medir y marcar	3	Medir y marcar
4	Colocar y Cortar plancha	4	Cortar
5	Verificar	5	Verificar
	Recorte del metal		Recortes de piezas
6	Recojer piezas	6	Trasladar pieza
7	Colocar pieza .	7	Colocar pieza en maq.
8	Recortar y retirar pieza	8	Recortar
	Doblado del metal	9	Retirar pieza y poner al suelo
9	Trasladar piezas a la maq.		Doblar y trazar
10	Colocar pieza en maq.	10	Trasladar pieza
11	Doblar	11	Subir pieza y trazar
12	Retirar pieza	12	Colocar pieza en maq.
13	Trasladar a maq. Manual	13	Doblar
14	Colocar pieza en maq. Manual	14	Retirar pieza y poner al suelo
15	Doblar		Doblar (maq. Manual)
16	Retirar pieza	15	Trasladar pieza
	Armar y soldar	16	Colocar pieza en maq. Manual
17	Trasladar piezas a lasoldadora	17	Doblar
18	Armar o unir piezas	18	Martillar o unir
19	Soldar puntas	19	Bajar palanca
20	Verificar	20	Retirar pieza
21	Poner la caja al suelo		Soldar
	Soldar en punto	21	Trasladar pieza
22	Trasladar a maq. De punto	22	Soldar
23	Colocar caja en la maq.		Esmerilar
24	Colocar pieza de cobre	23	Esmerilar
25	Soldar		Cortar metal para armazón
26	Girar solo la caja	24	Traer plancha
27	Retirar pieza de cobre	25	Subir plancha a la maq.
28	Retirar caja	26	Colocar plancha
29	Poner la caja al suelo	27	Cortar
	Cuadrar y soldar		Recortar armazón
30	Trasladar la caja a la mesa	28	Trasladar pieza
31	Martillar y nivelar	29	Colocar pieza en maq.
32	Colocar puertas	30	Recortar y retirar pieza
33	Soldar uniones		Doblar armazón
34	Poner la caja al suelo	31	Trasladar pieza a la maq.
	Esperar que enfrie	32	Colocar pieza
35	Evitar manipulación	33	Doblar
	Esmerilar y pulir	34	Retirar
36	Trasladar la caja a la mesa		Doblar y soldar visagras
37	Retirar topes	35	Trasladar visagra a maq. Manual
38	Esmerilar	36	Colocar visagra en maq. Manual
39	Pulir	37	Doblar visagra
40	Poner la caja al suelo	38	Bajar palanca
	Plantillar y Perforar 1/4"	39	Retirar visagra
41	Trasladar y poner en tablas	40	Trasladar visagra a maq.de punto

42	Plantillar en el suelo	41	Unir pieza y visagra
43	Perforar	42	soldar
	Perforar 1/2" y sacar rebarba	43	Retirar pieza
44	Perforar		Armar y soldar armazón
45	Girar o apilar cajas	44	Martillar puerta
46	Sacar la rebarba	45	Armar puerta con armazón
47	Retirar cajas ordenadamente	46	Trasladar a maq. de punto
	Lavar y secar	47	Colocar piezas en maq. de punto
48	Poner la caja en la mesa	48	Soldar
49	Mojar trapo	49	Retirar y poner puerta al suelo
50	Lavar		Lavar y secar
51	Secar	50	Trasladar puertas
52	Trasladar a las maderas	51	Mojar y esprimir trapo
	Esperar que seque	52	Lavar puerta
53	Esperar secado del ácido	53	Abrir visagra
	Masillar	54	Lavar visagra
54	Agitar masilla	55	Secar puerta
55	Masillar	56	Apilar puertas en otra mesa
	Esperar que endure la masilla		Perforar para soporte de vidrio
56	Esperar que solidifique	57	Plantillar
	Plantillar para puertas	58	Perforar
57	Trasladar la caja a la mesa		Lijar
58	Poner plantillas	59	Lijar puerta
59	Poner y sostener puerta	60	Poner la puerta al suelo
60	Marcar visagras		
61	Retirar puertas y plantillas		
62	Marcar número a la caja		
63	Marcar número a la puerta		
64	Poner la caja a otra mesa		
	Perforar para puertas		
65	Centrar o marcar		
66	Perforar		
67	Poner la caja al suelo		
	Sacar masilla		
68	Pasar pulidora		
69	Girar caja		
70	Pasar pulidora		
71	Verificar		
	Lijar y limar		
72	Trasladar la caja a la mesa		
73	Limar		
74	Lijar		
75	Poner la caja en la tabla		

Fuente: Elaboración propia

En los siguientes cuadros (tabla N° 43 y N° 44) se mostrará el flujo del proceso de la fabricación de la caja, como también de la puerta para un mejor análisis.

En el manual tomó en consideración, los procedimientos adecuados y ergonómicos para el nuevo método con el fin de reducir los tiempos sin afectar la calidad del producto de manera

negativa, como también se consideró el entorno del trabajador, tratando de impulsar el trabajo en equipo con la finalidad de obtener una mejor comunicación entre ellos y lograr una fluidez del trabajo y ordenado.

Los cuadros de análisis de flujo del proceso estuvieron dirigidos a todos los involucrados en la fabricación de gabinetes, pues ellos son los únicos que de manera cotidiana realizan estas actividades, además este manual o nuevo método permitirá ser adaptado a otros gabinetes de diferentes medidas, pero con el mismo diseño, logrando ser una forma general de realizar gabinetes de todo tamaño.

Paso 7: IMPLANTAR

En la implantación del nuevo método fue uno de los retos más importantes ya que se dependía de la predisposición de los trabajadores, puesto que para ello se tuvo que pulir algunos aspectos para el éxito del nuevo método en las cuales se mostrará a continuación:

✓ CAMBIO DE MÁQUINAS MANUALES

Uno de los cambios significativos en las actividades de fabricación de cajas es el cambio de máquinas manuales como en la actividad **17** Sacar masilla, pues en esta actividad la máquina manual para su ejecución es la maquina lijadora, pues su función de éste es sacar masilla de las uniones de las cajas, y en el nuevo método se cambió por un esmeril con disco lija, en el cual permite una reducción del tiempo como también un mejor acabado.

Cambios de máquinas manuales para el nuevo método de la actividad **17**:

Figura N° 23: Cambio de máquinas manuales



ANTES



DESPUÉS

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 24: Actividad 17 de la fabricación de cajas



ANTES

DESPUÉS

Fuente: Elaboración propia

Además, el cambio de máquinas también facilita a la siguiente actividad **18** Lijar, de manera que utiliza menos tiempo que el anterior método sin afectar la calidad del producto, obteniendo una reducción de tiempos en la fabricación de cajas.

Figura N° 25: Actividad 18 de la fabricación cajas



Fuente: Elaboración propia

✓ ELIMINACIÓN DE VERIFICACIONES

De manera general se eliminó algunas verificaciones de las actividades, ya que la mayor parte realizaban las actividades inadecuadas (existiendo formas más adecuadas sin depender de la verificación).

Como por ejemplo en el doblado del metal en la maquina manual, éste contiene topes para poder realizar el doblado según su ángulo, pero no lo suelen utilizar seguidamente, ya que se basan de marcas para guiarse, en el cual suelen usar escuadras para verificar, puesto que esta sub actividad no agrega valor. Para ello se les orientó a utilizar las escuadras en actividades que verdaderamente lo requieran, no para esa actividad ya que existe el tope para ello.

Figura N° 26: Manipulación de la dobladora manual



ANTES (Incorrecta)



DESPUÉS (Correcta)

Fuente: Elaboración propia

Otro ejemplo fue la eliminación de la verificación en la actividad **5** soldar en punto, pues esta subactividad que no agrega valor es provocada por la mala ejecución del pie, pues al presionar el pedal de mala manera genera que no se suelde adecuadamente las piezas; pues todo esto se da completamente por culpa del operario que se desconcentran por distracciones entre compañeros, de manera que se les obligó a no revisar las piezas, con el objetivo de hacer el trabajo adecuado desde el principio de la actividad.

Así de esta manera se eliminó otras verificaciones de las actividades de fabricación.

Para la implementación de la mejora tuvo lugar muy importante el fortalecimiento de los factores del trabajo en equipo, ya que a través de estos se pudo confrontar las causas del problema general del estudio (baja productividad en el proceso de fabricación), permitiendo así ser efectivo el nuevo método.

✓ FORTALECIMIENTO DEL TRABAJO EN EQUIPO

Fue de gran relevancia, ya que por medio de sus factores como: cultura organizacional, liderazgo, comunicación, y habilidades y destreza; permiten tener una producción más sincronizada entre los trabajadores logrando el cumplimiento de los objetivos de manera adecuada. Por consiguiente, se realizó los siguientes puntos para poder hacer la mejora:

Factores de importancia para la gestión del trabajo en equipo:

CULTURA ORGANIZACIONAL:

En este factor del trabajo en equipo, es el conjunto de valores y entendimientos importantes que los miembros de una organización tienen en común, puesto que la cultura muestra formas definidas de pensar, reaccionar y poder llevar a cabo toma decisiones.

En el factor de la cultura organizacional se hizo frente a las siguientes causas:

. Obstrucción de rutas por desorden del producto terminado: Se estableció un lugar fijo en el área de producción para los productos terminados, ya que estorbaba a los trabajadores en su puesto de trabajo cuando la producción aumentaba. Sin embargo, cabe recalcar que no se hizo

un almacén, si no se optó en la práctica de poner los artículos en un sitio lejos del alcance de las actividades del trabajador, ya que la empresa no tiene espacio para un almacén.

Figura N° 27: Ubicación del producto terminado



ANTES

DESPUÉS

Fuente: Elaboración propia

. Herramientas desordenadas: Se inculco el orden de la ubicación de las herramientas, maquinas manuales en el área de producción, ya que antes solo guardaban las herramientas en la última hora de la jornada; por el cual se dificultaban entre ellos para ubicar las herramientas, ya que no sabían dónde lo dejaban después de su última actividad. Sin embargo, a través del

ejemplo, se pudo establecer de manera cotidiana en guardar las herramientas después de sus actividades, logrando entre ellos mismos el mantenimiento del orden, facilitándose del uno al otro en la ubicación de las herramientas.

Figura N° 28: Ubicación de las herramientas



Fuente: Elaboración propia

COMUNICACIÓN

Es el conjunto de mensajes e información que intercambian los trabajadores dentro de su organización, pues este es una técnica para facilitar o agilizar las actividades que los miembros realizan, con el fin de cumplir mejor y más rápido los objetivos propuestos.

En el factor de la comunicación se hizo frente a las siguientes causas:

- . **Comunicación deficiente:** La deficiente comunicación es propia de las rivalidades entre trabajadores, por ende, se optó por la llamada de atención hacia su persona y poder asignar diferentes actividades y evitar conflictos y malos entendidos en el área de trabajo.
- . **Alto nivel de ruido:** Para poder evitar el fastidio, o estrés en los trabajadores con el ruido, se obligó a utilizar los tapones de oídos para trabajos que lo requieran; por otro lado, se mejoró la

comunicación con la persona encargada de dar estos implementos de seguridad y los trabajadores, puesto que era deficiente, tratando así de mejorar su ambiente de trabajo.

. **Medidas erróneas:** Esta causa se origina pocas veces por el ruido que se genera, pues al dar las medidas de un plano de forma verbal de un trabajador a otro se distorsiona, como también ocurre con el encargado; puesto que se inculcó a verificar más a los planos que de manera verbal, para las medidas, fomentando una mejor comunicación escrita.

. **Averías en máquinas manuales:** Las averías suelen darse por el mal uso de las máquinas, puesto que al averiarse lo cambian por otra, y no avisan por temor a reproches de manera que afecta al compañero que lo utiliza a futuro. Para este problema se enseñó e inculcó a dar aviso o repararlo uno mismo al término de la jornada para no afectar a los trabajadores en plena producción.

LIDERAZGO

En el ámbito organizacional, el liderazgo es un punto de gran importancia y fundamental en la dirección, puesto este determina en fracaso o en éxito para llegar a un objetivo, pues el jefe tiene toda la autoridad de exigir resultados al grupo que está encargado; y un líder orienta, proporciona paciencia, respeto, humildad y compromiso. De tal forma la mejora permite que el encargado pueda orientar de mejor manera el cumplimiento de los objetivos y un adecuado seguimiento de las actividades para un buen desenvolvimiento organizacional.

HABILIDADES Y DESTREZAS

A través de este factor, refleja el conocimiento y experiencia que tiene los trabajadores, y se pueda utilizar para el positivo desempeño en la organización, utilizando herramientas y equipos que permitan realizar tareas en menos tiempo.

En el factor de habilidades y destrezas se hizo frente a las siguientes causas:

. **Errores humanos**

. **Manipulación inadecuada del producto semiterminado**

. **Movimientos inadecuados**

. **Continuo cambio de piezas de soldar**

Se confrontó a estas 4 causas mediante el intercambio de información o enseñanza entre compañeros; como también se fomentó el **intercambio de roles**, para que de esa manera el operario aprenda del otro; tratando de fomentar el trabajo en conjunto. Y pueda solucionar los errores cometidos entre compañeros, aprovechando su habilidad y destreza de cada uno, en las diferentes actividades de fabricación.

Pues se motivó al trabajo en conjunto o trabajo en equipo, ya que algunas actividades requieran en la facilitación al compañero, como en la actividad **15** Plantillar para puertas, del proceso de fabricación de cajas, pues para la reducción del tiempo solo faltaba el orden de las piezas y la comunicación entre trabajadores para un mejor desarrollo del trabajo.

Como también en las actividades de fabricación de las puertas, el trabajo en equipo no se daba en forma voluntaria, hasta que se enseñó a ejecutar las actividades de manera conjunta, facilitando a no hacer esfuerzo de más, logrando hacer ergonómicamente su trabajo. Pues en las siguientes evidencias se muestran el trabajo en conjunto en las diferentes actividades resaltando en la coordinación entre ellos, dando entender el fortalecimiento del trabajo en equipo.

Figura N° 29: Actividad C13 de la fabricación de puertas



ANTES



DESPUÉS

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 30: Actividad C14 de la fabricación de puertas



ANTES



DESPUÉS

Fuente: Elaboración propia

En la actividad 10 de las cajas se comenzó a apilar las cajas para un mejor trabajo ergonómico de la actividad y como consecuencia se llegó a utilizar poco espacio, a comparación de antes.

Figura N° 31: Actividad 10 de la fabricación de cajas



Fuente: Elaboración propia

A través de la implantación de la idea de mejora se reflejó los cambios en la fabricación, de modo que el encargado de dar seguimiento a las actividades de la fabricación exigió el continuo seguimiento del nuevo método de trabajo, ya que reducía tiempos en algunas actividades mostrando un mejor avance en el trabajo, como también el aprovechamiento del tiempo en grandes lotes a futuro.

La fase de concientización no fue problema o incomodidad en los trabajadores, ya que la intención fue realizar una mejora que ayude a ambos(empleado y empleador) pues el objetivo era demostrar que los cambios de formas de trabajar, hace que la productividad de la empresa incremente o mejore, de tal forma se pueda establecer un estándar de las operaciones, y erradicar el deficiente control de las operaciones, y así eliminar los retrasos de la productividad que suelen pasar por el deficiente control. Esta implantación permitirá a la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC realizar lotes más grandes de manera más controlada y ergonómica, ya que al mercado que pertenece la empresa es de gran demanda, por ende, tener una productividad estable hace que sea más visible en el segmento del mercado que pertenece.

Estos cambios positivos del método de trabajo, hacen que sea beneficioso económicamente para la empresa en estudio, ya que a través del control y planificación de los trabajos, el empresario pueda manejar de la mejor manera la producción, logrando un incremento en los ingresos de la empresa.

Paso 8: CONTROLAR y MANTENER

El último paso del estudio del trabajo es de dar el seguimiento de la mejora y volverlo propio en la vida cotidiana del trabajador, porque implantar no es suficiente. Entonces el control se realizará todos los días con la finalidad de cambiar la mentalidad de trabajo de los operarios involucrados de la empresa Arai Industrial SAC.

Para verificar que verdaderamente se hizo una reducción del tiempo de los tiempos necesarios o básicos para la ejecución de las actividades, se mostrará a continuación el comportamiento del nuevo método en el tiempo.

Tabla N° 35: Tiempo observado de fabricación de cajas Post-test

CAJAS		Post test-Toma de tiempo de las actividades del proceso de fabricación de gabinetes adosados - ARAI INDUSTRIAL SAC																						
Item	Actividades	Tiempo util Observado en minutos																				Total	Max	Min
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	Medición y corte de planchas	1,57	1,60	1,63	1,53	1,60	1,60	1,58	1,60	1,67	1,62	1,68	1,58	1,62	1,67	1,57	1,58	1,63	1,67	1,58	1,62	32,20	1,68	1,53
2	Recorte del metal	0,88	1,00	0,93	0,98	0,98	0,95	0,88	0,92	0,98	0,92	0,88	1,00	0,98	1,00	0,97	0,90	0,97	0,98	0,88	0,90	18,88	1,00	0,88
3	Doblado del metal	3,92	3,83	3,82	3,92	3,95	3,85	3,93	3,92	3,82	3,83	3,95	3,85	3,90	3,85	3,83	3,85	3,95	3,93	3,93	3,83	77,66	3,95	3,82
4	Armar y soldar	1,42	1,45	1,55	1,50	1,43	1,42	1,45	1,43	1,52	1,57	1,50	1,48	1,45	1,47	1,50	1,57	1,60	1,43	1,47	1,50	29,71	1,60	1,42
5	Soldar en punto	2,52	2,48	2,45	2,52	2,42	2,55	2,52	2,38	2,42	2,47	2,53	2,42	2,47	2,55	2,52	2,48	2,37	2,50	2,55	2,57	49,69	2,57	2,37
6	Cuadrar y soldar	3,63	3,58	3,58	3,77	3,75	3,65	3,63	3,77	3,62	3,75	3,68	3,65	3,60	3,73	3,55	3,68	3,67	3,65	3,65	3,70	73,29	3,77	3,55
7	Esperar que enfrie	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	60,00	3,00	3,00
8	Esmerilar y pulir	1,82	1,83	1,83	1,75	1,88	1,82	1,83	1,82	1,87	1,85	1,78	1,87	1,78	1,87	1,73	1,80	1,73	1,78	1,88	1,80	36,32	1,88	1,73
9	plantillar y Perforar 1/4"	1,82	1,83	1,72	1,78	1,83	1,75	1,72	1,83	1,82	1,78	1,78	1,80	1,70	1,72	1,77	1,83	1,75	1,72	1,72	1,82	35,49	1,83	1,70
10	Perforar 1/2" y sacar rebarba	1,07	0,93	0,98	1,00	0,95	0,93	0,98	1,00	1,02	0,97	1,05	1,00	1,08	1,03	0,98	0,93	1,00	0,97	1,08	0,95	19,90	1,08	0,93
11	Lavar y secar	1,57	1,43	1,65	1,48	1,63	1,52	1,47	1,43	1,67	1,45	1,42	1,53	1,52	1,45	1,67	1,58	1,65	1,45	1,53	1,48	30,58	1,67	1,42
12	Esperar que seque	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	60,00	3,00	3,00
13	Masillar	1,58	1,62	1,57	1,62	1,65	1,60	1,53	1,63	1,57	1,58	1,62	1,65	1,55	1,62	1,65	1,63	1,58	1,60	1,65	1,53	32,03	1,65	1,53
14	Esperar que endure la masilla	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	100,00	5,00	5,00
15	Plantillar para puertas	1,37	1,27	1,38	1,30	1,33	1,28	1,37	1,42	1,33	1,37	1,28	1,32	1,42	1,28	1,33	1,25	1,32	1,40	1,32	1,40	26,74	1,42	1,25
16	Perforar para puertas	0,97	0,93	0,98	1,00	0,93	0,92	1,00	0,95	1,02	1,03	0,98	0,97	0,93	1,02	1,00	0,98	1,05	1,02	0,92	0,98	19,58	1,05	0,92
17	Sacar masilla	0,80	0,92	0,82	0,90	0,92	0,83	0,87	0,82	0,83	0,82	0,90	0,85	0,85	0,90	0,85	0,92	0,88	0,87	0,92	0,88	17,35	0,92	0,80
18	Lijar y limar	2,68	2,78	2,75	2,75	2,67	2,82	2,80	2,73	2,68	2,65	2,82	2,73	2,85	2,70	2,83	2,83	2,72	2,83	2,65	2,75	55,02	2,85	2,65
Tiempo total (min)		38,62	38,48	38,64	38,80	38,92	38,49	38,56	38,65	38,84	38,66	38,85	38,70	38,70	38,86	38,75	38,81	38,87	38,80	38,73	38,71			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 35 muestra el comportamiento de la fabricación después del nuevo método, en el cual refleja que el ciclo de fabricación de la caja es de 38 minutos en el tiempo útil observado, es decir que se redujo minutos del tiempo básico o necesario para realizarlo.

En la Tabla N° 36 muestra el comportamiento de la fabricación después del nuevo método, en el cual refleja que el ciclo de fabricación de la puerta es de 18 minutos en el tiempo útil observado, es decir que se redujo minutos del tiempo básico o necesario para realizarlo.

Tabla N° 36: Tiempo observado de fabricación de puertas Post-test

PUERTAS		Post test-Toma de tiempos de las actividades del proceso de fabricación de gabinetes adosados - ARAI INDUSTRIAL SAC																						
Item	Actividades	Tiempo util Observado en minutos																				Total	Max	Min
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	Medición y corte de planchas	0,90	0,87	1,00	0,92	0,97	0,88	0,90	0,95	0,93	0,90	0,92	0,98	1,02	0,92	0,98	0,85	0,88	0,98	1,02	0,90	18,67	1,02	0,85
2	Recortes de piezas	1,80	1,77	1,82	1,85	1,78	1,82	1,83	1,87	1,80	1,83	1,85	1,80	1,85	1,83	1,88	1,82	1,80	1,78	1,87	1,88	36,53	1,88	1,77
3	Doblar y trazar	1,08	1,20	1,02	1,13	1,17	1,12	1,05	1,15	1,08	1,15	1,17	1,20	1,05	1,00	1,18	1,17	1,13	1,03	1,15	1,12	22,35	1,20	1,00
4	Doblar (maq. Manual)	1,18	1,25	1,20	1,17	1,15	1,22	1,22	1,13	1,25	1,13	1,22	1,25	1,17	1,23	1,15	1,18	1,25	1,12	1,22	1,20	23,89	1,25	1,12
5	soldar	0,92	0,88	0,75	0,82	0,85	0,78	0,85	0,90	0,87	0,77	0,90	0,78	0,82	0,85	0,77	0,83	0,90	0,83	0,92	0,90	16,89	0,92	0,75
6	Esmerilar	1,15	1,23	1,12	1,07	1,18	1,20	1,10	1,15	1,12	1,23	1,17	1,12	1,18	1,23	1,15	1,15	1,08	1,23	1,10	1,22	23,18	1,23	1,07
7	Cortar metal para armazón	0,30	0,28	0,28	0,30	0,30	0,32	0,32	0,28	0,30	0,28	0,28	0,30	0,28	0,30	0,30	0,30	0,28	0,30	0,32	0,30	5,92	0,32	0,28
8	Recortar armazón	1,00	1,07	1,03	0,95	0,92	1,02	1,00	0,93	1,02	1,05	1,07	0,92	1,02	1,05	1,02	1,00	0,92	1,05	1,00	0,97	20,01	1,07	0,92
9	Doblar armazón	1,15	1,17	1,18	1,17	1,18	1,20	1,15	1,22	1,22	1,15	1,23	1,23	1,22	1,17	1,15	1,17	1,15	1,18	1,22	1,15	23,66	1,23	1,15
10	doblar y soldar visagras	1,55	1,67	1,63	1,70	1,58	1,65	1,55	1,68	1,68	1,58	1,63	1,68	1,68	1,58	1,53	1,63	1,53	1,58	1,65	1,67	32,43	1,70	1,53
11	Armar y soldar armazón	2,23	2,25	2,28	2,35	2,28	2,25	2,23	2,32	2,33	2,23	2,28	2,27	2,35	2,25	2,33	2,32	2,23	2,27	2,25	2,30	45,60	2,35	2,23
12	Lavar y secar	2,37	2,25	2,50	2,55	2,32	2,63	2,48	2,33	2,52	2,30	2,67	2,65	2,45	2,50	2,35	2,55	2,28	2,62	2,47	2,57	49,36	2,67	2,25
C 13	Perforar para soporte de vidrio	0,68	0,82	0,78	0,83	0,80	0,77	0,72	0,80	0,68	0,83	0,82	0,73	0,80	0,78	0,83	0,80	0,72	0,68	0,78	0,73	15,38	0,83	0,68
C 14	Lijar	2,07	2,02	1,85	1,97	2,00	1,98	2,02	2,03	1,90	2,05	2,00	1,92	2,03	2,08	1,85	2,02	2,00	1,98	1,97	2,05	39,79	2,08	1,85
Tiempo total (min)		18,38	18,73	18,44	18,78	18,48	18,84	18,42	18,74	18,70	18,48	19,21	18,83	18,92	18,77	18,47	18,79	18,15	18,63	18,94	18,96			

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 37: Tiempo total de fabricación por unidad después de la mejora

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Promedio
CAJAS tiempo total	38,62	38,48	38,64	38,80	38,92	38,49	38,56	38,65	38,84	38,66	38,85	38,70	38,70	38,86	38,75	38,81	38,87	38,80	38,73	38,71	
PUERTAS C13	0,68	0,82	0,78	0,83	0,80	0,77	0,72	0,80	0,68	0,83	0,82	0,73	0,80	0,78	0,83	0,80	0,72	0,68	0,78	0,73	
PUERTAS C14	2,07	2,02	1,85	1,97	2,00	1,98	2,02	2,03	1,90	2,05	2,00	1,92	2,03	2,08	1,85	2,02	2,00	1,98	1,97	2,05	
Tiempo total de fabricación por unidad	41,37	41,32	41,27	41,60	41,72	41,24	41,30	41,48	41,42	41,54	41,67	41,35	41,53	41,72	41,43	41,63	41,59	41,46	41,48	41,49	41,48

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 37 muestra el tiempo ciclo para la fabricación de un gabinete; pues con el nuevo método se logró 41 minutos.

Tabla N° 38: Comparación de tiempos

N° de gabinetes	TU minimos(min)		TF(eficiencia)		Diferencia	
	Antes	Despues	Antes	Despues	TU(min)	TF(%)
12	517,56	483,72	86,26	80,62	33,84	5,64
13	565,63	525,20	94,27	87,53	40,43	6,74

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro se puede mostrar la reducción del tiempo útil anterior de la elaboración de gabinetes, pues siendo de esta manera se puede monitorear, comparar y controlar el desempeño de los trabajadores y tratar de ser un poco más vigilante en el proceso de fabricación de gabinetes estándar. Además, los datos anteriores del Pretest ayudan a tener un mejor análisis con los datos del post- test y así tomar decisiones adecuadas de la producción, como también del rendimiento diario.

2.5.3. Situación después de la propuesta de mejora

2.5.3.1. Productividad después de la mejora

Tabla N° 39: Medición de la eficiencia, eficacia y productividad Post-test

Datos de la empresa	ARAI INDUSTRIAL SAC, proceso de fabricación		Fecha	Datos de la empresa	ARAI INDUSTRIAL SAC, proceso de fabricación		Fecha	Datos de la empresa	ARAI INDUSTRIAL SAC, proceso de fabricación		Fecha
Datos de la colecta	$TF = \frac{TU}{TT} \times 100\%$		04/02/2019 01/03/2019	Datos de la colecta	$PA = \frac{PR}{PP} \times 100\%$		04/02/2019 01/03/2019	Datos de la colecta	$\frac{Eficacia}{Eficiencia} \times 100\%$		04/02/2019 01/03/2019
Post-test			Eficiencia	Post-test			Eficacia	Post-test			Productividad
Días	TU	TT	TF	Días	PR	PP	PA	Días	TF	PA	P
1	525,2	600	87,53	1	13	16	81,25	1	87,53	81,25	92,82
2	483,72	600	80,62	2	12	16	75,00	2	80,62	75,00	93,03
3	403	600	67,17	3	10	16	62,50	3	67,17	62,50	93,05
4	566,44	600	94,41	4	14	16	87,50	4	94,41	87,50	92,68
5	486,72	600	81,12	5	12	16	75,00	5	81,12	75,00	92,46
6	443,08	600	73,85	6	11	16	68,75	6	73,85	68,75	93,10
7	484,2	600	80,70	7	12	16	75,00	7	80,70	75,00	92,94
8	525,33	600	87,56	8	13	16	81,25	8	87,56	81,25	92,80
9	485,16	600	80,86	9	12	16	75,00	9	80,86	75,00	92,75
10	485,04	600	80,84	10	12	16	75,00	10	80,84	75,00	92,78
11	486,24	600	81,04	11	12	16	75,00	11	81,04	75,00	92,55
12	484,44	600	80,74	12	12	16	75,00	12	80,74	75,00	92,89
13	444,84	600	74,14	13	11	16	68,75	13	74,14	68,75	92,73
14	405,6	600	67,60	14	10	16	62,50	14	67,60	62,50	92,46
15	484,32	600	80,72	15	12	16	75,00	15	80,72	75,00	92,91
16	526,63	600	87,77	16	13	16	81,25	16	87,77	81,25	92,57
17	405,2	600	67,53	17	10	16	62,50	17	67,53	62,50	92,55
18	485,64	600	80,94	18	12	16	75,00	18	80,94	75,00	92,66
19	525,33	600	87,56	19	13	16	81,25	19	87,56	81,25	92,80
20	485,52	600	80,92	20	12	16	75,00	20	80,92	75,00	92,68

Fuente: Elaboración propia

2.5.3.2. Estudio del trabajo después de la mejora

Estandarización **principal** del estudio después de la mejora, aplicando el método de Kanawaty.

Tabla N° 40: Cálculo de número de muestras Post-test

CAJAS					
Item	Actividades	Σx	Σx^2	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$	Aprox
1	Medición y corte de planchas	32,20	51,87	0,86	1
2	Recorte del metal	18,88	17,86	3,35	3
3	Doblado del metal	77,66	301,60	0,24	1
4	Armar y soldar	29,71	44,19	2,02	2
5	Soldar en punto	49,69	123,52	0,84	1
6	Cuadrar y soldar	73,29	268,65	0,46	1
7	Esperar que enfrie	60,00	180,00	0	0
8	Esmerilar y pulir	36,32	66,00	1,04	1
9	plantillar y Perforar 1/4"	35,49	63,02	1,09	1
10	Perforar 1/2"y sacar rebarba	19,90	19,84	3,19	3
11	Lavar y secar	30,58	46,90	4,89	5
12	Esperar que seque	60,00	180,00	0	0
13	Masillar	32,03	51,32	0,74	1
14	Esperar que endure la masilla	100,00	500,00	0	0
15	Plantillar para puertas	26,74	35,80	2,17	2
16	Perforar para puertas	19,58	19,20	2,6	3
17	Sacar masilla	17,35	15,08	3,06	3
18	Lijar y limar	55,02	151,44	0,84	1

PUERTAS					
Item	Actividades	Σx	Σx^2	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$	Aprox
1	Medición y corte de planchas	18,67	17,48	4,73	5
2	Recortes de piezas	36,53	66,74	0,43	1
3	Doblar y trazar	22,35	25,05	4,73	5
4	Doblar (maq. Manual)	23,89	28,57	1,87	2
5	soldar	16,89	14,32	6,32	6
6	Esmerilar	23,18	26,92	3,23	3
7	Cortar metal para armazón	5,92	1,76	7,01	7
8	Recortar armazón	20,01	20,07	3,99	4
9	Doblar armazón	23,66	28,01	1,15	1
10	doblar y soldar visagras	32,43	52,65	1,97	2
11	Armar y soldar armazón	45,6	104,00	0,49	1
12	Lavar y secar	49,36	122,15	4,32	4
C 13	Perforar para soporte de vidrio	15,38	11,88	7,14	7
C 14	Lijar	39,79	79,24	1,57	2

Fuente: Elaboración propia

Las tablas de cálculo de número de muestras, es el primer paso para calcular el tiempo estándar, donde se muestra que en el cálculo de las cajas están todas las actividades, como las actividades 7, 12, 15 donde se tubo que utilizar por el tema de orden y mejor comprensión, puesto que son tiempos fijos.

Tabla N°41: Cálculo del promedio de las observaciones Post-test

CAJAS		Número de muestras POST-TEST							Promedio de observaciones
Item	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	
1	Medición y corte de planchas	1,57							1,57
2	Recorte del metal	0,88	1,00	0,93					0,94
3	Doblado del metal	3,92							3,92
4	Armar y soldar	1,42	1,45						1,44
5	Soldar en punto	2,52							2,52
6	Cuadrar y soldar	3,63							3,63
7	Esperar que enfrie								3,00
8	Esmerilar y pulir	1,82							1,82
9	plantillar y Perforar 1/4"	1,82							1,82
10	Perforar 1/2" y sacar rebarba	1,07	0,93	0,98					0,99
11	Lavar y secar	1,57	1,43	1,65	1,48	1,63			1,55
12	Esperar que seque								3,00
13	Masillar	1,58							1,58
14	Esperar que endure la masilla								5,00
15	Plantillar para puertas	1,37	1,27						1,32
16	Perforar para puertas	0,97	0,93	0,98					0,96
17	Sacar masilla	0,80	0,92	0,82					0,85
18	Lijar y limar	2,68							2,68

PUERTAS		Número de muestras POST-TEST							Promedio de observaciones
Item	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	
1	Medición y corte de planchas	0,90	0,87	1,00	0,92	0,97			0,93
2	Recortes de piezas	1,80							1,80
3	Doblar y trazar	1,08	1,20	1,02	1,13	1,17			1,12
4	Doblar (maq. Manual)	1,18	1,25						1,22
5	soldar	0,92	0,88	0,75	0,82	0,85	0,78		0,83
6	Esmerilar	1,15	1,23	1,12					1,17
7	Cortar metal para armazón	0,30	0,28	0,28	0,30	0,30	0,32	0,32	0,30
8	Recortar armazón	1,00	1,07	1,03	0,95				1,01
9	Doblar armazón	1,15							1,15
10	doblar y soldar visagras	1,55	1,67						1,61
11	Armar y soldar armazón	2,23							2,23
12	Lavar y secar	2,37	2,25	2,50	2,55				2,42
13	Perforar para soporte de vidrio	0,68	0,82	0,78	0,83	0,80	0,77	0,72	0,77
C 14	Lijar	2,07	2,02						2,05

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 41 es el siguiente paso del cálculo de número de muestras, pues aquí se busca obtener el promedio de las observaciones para poder dar la valoración y suplementos, con la finalidad de calcular el tiempo estándar como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla N° 42: Cálculo del tiempo estándar principal Post-test

CAJAS		Estandarización de tiempos POST-TEST				
Item	Actividades	Promedio de observaciones	valoración Westinghouse	TN	Suplemento	Ts
1	Medición y corte de planchas	1,57	0,95	1,49	1,17	1,75
2	Recorte del metal	0,94	0,95	0,89	1,17	1,04
3	Doblado del metal	3,92	0,95	3,72	1,17	4,36
4	Armar y soldar	1,44	0,95	1,36	1,17	1,60
5	Soldar en punto	2,52	0,95	2,39	1,17	2,80
6	Cuadrar y soldar	3,63	0,95	3,45	1,17	4,03
7	Esperar que enfrie	3,00	1	3,00	1	3,00
8	Esmerilar y pulir	1,82	0,95	1,73	1,17	2,02
9	plantillar y Perforar 1/4"	1,82	0,95	1,73	1,17	2,02
10	Perforar 1/2" y sacar rebarba	0,99	0,95	0,94	1,17	1,10
11	Lavar y secar	1,55	0,95	1,47	1,17	1,73
12	Esperar que seque	3,00	1	3,00	1	3,00
13	Masillar	1,58	0,95	1,50	1,17	1,76
14	Esperar que endure la masilla	5,00	1	5,00	1	5,00
15	Plantillar para puertas	1,32	0,95	1,25	1,17	1,47
16	Perforar para puertas	0,96	0,95	0,91	1,17	1,07
17	Sacar masilla	0,85	0,95	0,80	1,17	0,94
18	Lijar y limar	2,68	0,95	2,55	1,17	2,98
TOTAL		38,58		37,20		41,66
PUERTAS		Estandarización de tiempos POST-TEST				
Item	Actividades	Promedio de observaciones	valoración Westinghouse	TN	Suplemento	Ts
1	Medición y corte de planchas	0,93	0,95	0,89	1,17	1,04
2	Recortes de piezas	1,80	0,95	1,71	1,17	2,00
3	Doblar y trazar	1,12	0,95	1,06	1,17	1,24
4	Doblar (maq. Manual)	1,22	0,95	1,15	1,17	1,35
5	soldar	0,83	0,95	0,79	1,17	0,93
6	Esmerilar y pulir	1,17	0,95	1,11	1,17	1,30
7	Cortar metal para armazón	0,30	0,95	0,29	1,17	0,33
8	Recortar armazón	1,01	0,95	0,96	1,17	1,13
9	Doblar armazón	1,15	0,95	1,09	1,17	1,28
10	doblar y soldar visagras	1,61	0,95	1,53	1,17	1,79
11	Armar y soldar armazón	2,23	0,95	2,12	1,17	2,48
12	Lavar y secar	2,42	0,95	2,30	1,17	2,69
13	Perforar para soporte de vidrio	0,77	0,95	0,73	1,17	0,86
C 14	Lijar	2,05	0,95	1,94	1,17	2,27
TOTAL		18,60		17,67		20,68

Fuente: Elaboración propia

(T.E Total de cajas = 41.66) + (T.E de las actividades 13 y 14 de puertas = 0.86 + 2.27) = 44.79 T. E del ciclo de fabricación por gabinete.

Estandarización **opcional** del estudio después de la mejora, aplicando la tabla de Westinghouse. Pues la tabla indica que para calcular el tiempo ciclo de un trabajo de 40 min se requiere 3 observaciones y para 18 min se requiere 5 observaciones.






Tabla N° 43: Cálculo del Tiempo estándar opcional Post-test

CAJAS		Estandarización de tiempos en el proceso de fabricación de gabinetes adosados - ARAI INDUSTRIAL SAC									
Item	Actividades	Número de observaciones					Promedio	Valoración	TN	Suplemento	TS
		1	2	3	4	5					
1	Medición y corte de planchas	1,57	1,60	1,63			1,60	0,95	1,52	1,17	1,78
2	Recorte del metal	0,88	1,00	0,93			0,94	0,95	0,89	1,17	1,04
3	Doblado del metal	3,92	3,83	3,82			3,86	0,95	3,66	1,17	4,29
4	Armar y soldar	1,42	1,45	1,55			1,47	0,95	1,40	1,17	1,64
5	Soldar en punto	2,52	2,48	2,45			2,48	0,95	2,36	1,17	2,76
6	Cuadrar y soldar	3,63	3,58	3,58			3,60	0,95	3,42	1,17	4,00
7	Esperar que enfrie	3,00	3,00	3,00			3,00	1	3,00	1	3,00
8	Esmerilar y pulir	1,82	1,83	1,83			1,83	0,95	1,74	1,17	2,03
9	plantillar y Perforar 1/4"	1,82	1,83	1,72			1,79	0,95	1,70	1,17	1,99
10	Perforar 1/2" y sacar rebarba	1,07	0,93	0,98			0,99	0,95	0,94	1,17	1,10
11	Lavar y secar	1,57	1,43	1,65			1,55	0,95	1,47	1,17	1,72
12	Esperar que seque	3,00	3,00	3,00			3,00	1	3,00	1	3,00
13	Masillar	1,58	1,62	1,57			1,59	0,95	1,51	1,17	1,77
14	Esperar que endure la masilla	5,00	5,00	5,00			5,00	1	5,00	1	5,00
15	Plantillar para puertas	1,37	1,27	1,38			1,34	0,95	1,27	1,17	1,49
16	Perforar para puertas	0,97	0,93	0,98			0,96	0,95	0,91	1,17	1,07
17	Sacar masilla	0,80	0,92	0,82			0,85	0,95	0,80	1,17	0,94
18	Lijar y limar	2,68	2,78	2,75			2,74	0,95	2,60	1,17	3,04
TOTAL		38,62	38,48	38,64			38,58		37,20		41,66

PUERTAS		Estandarización de tiempos del proceso de fabricación de gabinetes adosados - ARAI INDUSTRIAL SAC									
Item	Actividades	Número de observaciones					Promedio	Valoración	TN	Suplemento	TS
		1	2	3	4	5					
1	Medición y corte de planchas	0,90	0,87	1,00	0,92	0,97	0,93	0,95	0,89	1,17	1,04
2	Recortes de piezas	1,80	1,77	1,82	1,85	1,78	1,80	0,95	1,71	1,17	2,01
3	Doblar y trazar	1,08	1,20	1,02	1,13	1,17	1,12	0,95	1,06	1,17	1,24
4	Doblar (maq. Manual)	1,18	1,25	1,20	1,17	1,15	1,19	0,95	1,13	1,17	1,32
5	soldar	0,92	0,88	0,75	0,82	0,85	0,84	0,95	0,80	1,17	0,94
6	Esmerilar y pulir	1,15	1,23	1,12	1,07	1,18	1,15	0,95	1,09	1,17	1,28
7	Cortar metal para armazón	0,30	0,28	0,28	0,30	0,30	0,29	0,95	0,28	1,17	0,32
8	Recortar armazón	1,00	1,07	1,03	0,95	0,92	0,99	0,95	0,94	1,17	1,10
9	Doblar armazón	1,15	1,17	1,18	1,17	1,18	1,17	0,95	1,11	1,17	1,30
10	doblar y soldar visagras	1,55	1,67	1,63	1,70	1,58	1,63	0,95	1,54	1,17	1,81
11	Armar y soldar armazón	2,23	2,25	2,28	2,35	2,28	2,28	0,95	2,16	1,17	2,53
12	Lavar y secar	2,37	2,25	2,50	2,55	2,32	2,40	0,95	2,28	1,17	2,67
C 13	Perforar para soporte de vidrio	0,68	0,82	0,78	0,83	0,80	0,78	0,95	0,74	1,17	0,87
C 14	Lijar	2,07	2,02	1,85	1,97	2,00	1,98	0,95	1,88	1,17	2,20
TOTAL		18,38	18,73	18,44	18,78	18,48	18,562		17,63		20,63

Fuente: Elaboración propia






Tabla N° 44: Análisis del flujo del proceso 1 Post-test

Análisis de flujo de Proceso									
Proceso	Fabricación de gabinetes adosados					Resumen			
Pieza	Caja					Actividad	Pre-test	Post-test	
Elaborado por	Dennis Bryan Samata Huaman					Operación	62	57	
Área	Producción					Inspección	9	3	
Inicia	Medición y corte de planchas					Demora	3	3	
Termina	Lijar y limar					Transporte	13	12	
Fecha	4 de Febrero					Almacenamiento	0	0	
Método	Actual	Propuesto				Tiempo (min)	44,40	41,66	
Item	Sub actividades						Min	Valor	
								SI	No
	Medición y corte de planchas						1,75		
1	Traer plancha							x	
2	Subir plancha							x	
3	Medir y marcar							x	
4	Colocar y Cortar plancha							x	
5	Verificar								x
	Recorte del metal						1,04		
6	Recojer piezas							x	
7	Colocar pieza .							x	
8	Recortar y retirar pieza							x	
	Doblado del metal						4,36		
9	Trasladar piezas a la maq. Aut.								x
10	Colocar pieza en maq. Aut							x	
11	Doblar							x	
12	Retirar pieza							x	
13	Trasladar a maq. Manual								x
14	Colocar pieza en maq. Manual							x	
15	Doblar							x	
16	Retirar pieza							x	
	Armar y soldar						1,60		
17	Trasladar piezas a la soldadora								x
18	Armar o unir piezas							x	
19	Soldar puntas							x	
20	Verificar								x
21	Poner la caja al suelo								x
	Soldar en punto						2,80		
22	Trasladar a maq. De punto								x
23	Colocar caja en la maq.							x	
24	Colocar pieza de cobre							x	
25	Soldar							x	
26	Girar solo la caja								x
27	Retirar pieza de cobre							x	
28	Retirar caja							x	
29	Poner la caja al suelo								x
	Cuadrar y soldar						4,03		
30	Trasladar la caja a la mesa								x
31	Martillar y nivelar							x	
32	Colocar puertas							x	
33	Soldar uniones							x	
34	Poner la caja al suelo								x

	Esperar que enfrie					3,00		
35	Evitar manipulación							x
	Esmerilar y pulir					2,02		
36	Trasladar la caja a la mesa							x
37	Retirar topes						x	
38	Esmerilar						x	
39	Pulir						x	
40	Poner la caja al suelo							x
	plantillar y Perforar 1/4"					2,02		
41	Trasladar y poner en tablas							x
42	Plantillar en el suelo						x	
43	Perforar						x	
	Perforar 1/2" y sacar rebarba					1,10		
44	Perforar						x	
45	Girar o apilar cajas						x	
46	Sacar la rebarba						x	
47	Retirar cajas ordenadamente							x
	Lavar y secar					1,73		
48	Poner la caja en la mesa							x
49	Mojar trapo						x	
50	Lavar						x	
51	Secar						x	
52	Trasladar a las maderas							x
	Esperar que seque					3,00		
53	Esperar secado del ácido							x
	Masillar					1,76		
54	Agitar masilla						x	
55	Masillar						x	
	Esperar que endure la masilla					5,00		
56	Esperar que solidifique							x
	Plantillar para puertas					1,47		
57	Trasladar la caja a la mesa							x
58	Poner plantillas						x	
59	Poner y sostener puerta						x	
60	Marcar visagras						x	
61	Retirar puertas y plantillas						x	
62	Marcar número a la caja							x
63	Marcar número a la puerta							x
64	Poner la caja a otra mesa							x
	Perforar para puertas					1,07		
65	Centrar o marcar						x	
66	Perforar						x	
67	Poner la caja al suelo							x
	Sacar masilla					0,94		
68	Pasar pulidora						x	
69	Girar caja						x	
70	Pasar pulidora						x	
71	Verificar						x	
	Lijar y limar					2,98		
72	Trasladar la caja a la mesa							x
73	Limar						x	
74	Lijar						x	
75	Poner la caja en la tabla							x

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 45: Análisis del flujo del proceso 2 Post-test

Análisis de flujo de Proceso									
Proceso	Fabricación de gabinetes adosados					Resumen			
Pieza	Puerta					Actividad	Pre-test	Post-test	
Elaborado por	Dennis Bryan Samata Huaman					Operación	50	47	
Área	Producción					Inspección	7	1	
Inicia	Medición y corte de planchas					Demora	0	0	
Termina	Lijar y limar					Transporte	12	12	
Fecha	4 de Febrero					Almacenamiento	0	0	
Método	Actual		Propuesto			Tiempo (min)	21,04	20,68	
Item	Actividad						Min	Valor	
								SI	No
	Medición y corte de planchas						1,04		
1	Traer plancha							x	
2	Subir plancha a la maq.							x	
3	Medir y marcar							x	
4	Cortar							x	
5	Verificar								x
	Recortes de piezas						2,00		
6	Trasladar pieza								x
7	Colocar pieza en maq.							x	
8	Recortar							x	
9	Retirar pieza y poner al suelo							x	
	Doblar y trazar						1,24		
10	Trasladar pieza								x
11	Subir pieza y trazar							x	
12	Colocar pieza en maq.							x	
13	Doblar							x	
14	Retirar pieza y poner al suelo							x	
	Doblar (maq. Manual)						1,35		
15	Trasladar pieza								x
16	Colocar pieza en maq. Manual							x	
17	Doblar							x	
18	Martillar o unir							x	
19	Bajar palanca								x
20	Retirar pieza							x	
	soldar						0,93		
21	Trasladar pieza								x
22	Soldar							x	
	Esmerilar						1,30		
23	Esmerilar							x	
	Cortar metal para armazón						0,33		
24	Traer plancha							x	
25	Subir plancha a la maq.							x	
26	Colocar plancha							x	
27	Cortar							x	
	Recortar armazón						1,13		
28	Trasladar pieza								x
29	Colocar pieza en maq.							x	
30	Recortar y retirar pieza							x	
	Doblar armazón						1,28		
31	Trasladar pieza a la maq.								x
32	Colocar pieza							x	

33	Doblar							x	
34	Retirar							x	
doblar y soldar visagras							1,79		
35	Trasladar visagra a maq. Manua								x
36	Colocar visagra en maq. Manua								x
37	Doblar visagra								x
38	Bajar palanca								x
39	Retirar visagra								x
40	Trasladar visagra a maq.de punt								x
41	Unir pieza y visagra							x	
42	soldar							x	
43	Retirar pieza							x	
Armar y soldar armazón							2,48		
44	Martillar puerta							x	
45	Armar puerta con armazón							x	
46	Trasladar a maq. De punto								x
47	Colocar piezas en maq. De punto							x	
48	Soldar							x	
49	Retirar y poner puerta al suelo								x
Lavar y secar							2,69		
50	Trasladar puertas								x
51	Mojar y esprimir trapo							x	
52	Lavar puerta							x	
53	Abrir visagra								x
54	Lavar visagra							x	
55	Secar puerta							x	
56	Apilar puertas en otra mesa								x
Perforar para soporte de vidrio							0,86		
57	Plantillar							x	
58	Perforar							x	
Lijar							2,27		
59	Lijar puerta							x	
60	Poner la puerta al suelo								x

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 46 se da el resumen de los flujos de los procesos de fabricación (caja N° 44 y puerta N° 45), a través de un índice de actividades, puesto que estos datos reflejan el resultado de la eliminación de algunas subactividades producidas por el nuevo método de trabajo.

Tabla N° 46: Medición del índice de actividades Post- test

Datos de la empresa	ARAI INDUSTRIAL SAC, proceso de fabricación		Fecha
Datos de la colecta	$IA = \frac{TA - TANAV}{TA}$		04/02/2019
Post-test			01/03/2019
Fabricación	TA	TANAV	IA
Cajas	75	27	0,64
Puertas	60	20	0,66

Fuente: Elaboración propia

2.5.4. Análisis económico financiero

Tabla N° 47: Inversión

Recursos	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Total
Lapiceros	und	5	S/ 1,00	S/ 5,00
Folders	und	10	S/ 1,00	S/ 10,00
Hojas bonds A4	millar	2	S/ 26,00	S/ 52,00
Tinta para impresoras B/n	cartucho	1	S/ 40,00	S/ 40,00
Memoria USB	und	1	S/ 48,00	S/ 48,00
Cronometro digital	und	1	S/ 160,00	S/ 160,00
Cinta negra	und	2	S/ 2,00	S/ 4,00
Escobas	und	3	S/ 12,50	S/ 37,50
TOTAL				S/ 356,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 48: Material mensual

Material del nuevo método	Costo unitario	Cantidad x mes	Total
Disco pulidora	S/ 4,00	2	S/ 8,00
TOTAL			S/ 8,00

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el flujo efectivo se tomó como dato el incremento de ventas, pues este es el resultado del ahorro de tiempo de fabricación por unidad (2,53 min como media); y en la fabricación de 238 unidades del post-test se ahorró 602,14 min = 14 unidades obtenidas al mes, y en valor monetario s/2240.00.

De igual manera el incremento de costo variable se obtuvo de la compra del material para la fabricación de las 14 unidades obtenidas del ahorro de tiempo.

Tabla N° 49: Flujo efectivo

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Incremento de ventas		2240	2240	2240	2240	2240	2240	2240	2240	2240	2240	2240	2240
Incremento de costo variable		903	903	903	903	903	903	903	903	903	903	903	903
Incremento de margen de contribución		1337	1337	1337	1337	1337	1337	1337	1337	1337	1337	1337	1337
Costo de mantenimiento de la mejora		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Inversión	-357												
FLUJO NETO	-357	1329	1329	1329	1329	1329	1329	1329	1329	1329	1329	1329	1329

van	S/ 15.139,05
tir	372%
B/c	2,57

Fuente: Elaboración propia

El flujo efectivo muestra el desarrollando monetario del incremento, resultado de la reducción del tiempo; puesto que para determinar la viabilidad del proyecto se utilizó la ratio Costo-Beneficio, en el cual si el resultado sale mayor a 1 significa que es viable, y si es menor es no viable de tal manera se rechaza.

Al calcular dio resultado de 2.57, puesto que significa que por cada sol invertido en el proyecto se estará ganando 1.57 soles.

2.6. Método de análisis de datos

Los métodos utilizados en esta investigación son la estadística descriptiva y la estadística inferencial:

Estadística descriptiva

Según Niño (2011, p.104) la estadística descriptiva está respaldada por el estudio de datos cuantitativos, de tal modo para medir variables toma en cuenta cuatro clases de datos: ordinales, nominales, razón y de intervalo.

Según Hueso y Cascant (2012, p.38) La estadística descriptiva se enfoca en los métodos de descripción, visualización, organización y resumen de información obtenida tras el levantamiento de datos, en las cuales estos son sintetizados numéricamente mediante fórmulas estadísticas como moda, media, mediana y otros.

En lo general para reflejar la información de una manera resumida, se usa tablas de frecuencia, gráficos y otros, de tal forma el investigador pueda tener un mejor análisis de la información levantada.

A través de ésta estadística descriptiva permite analizar de manera ordenada los datos obtenidos del pre test como la post test, con el fin de dar a conocer la variación de este grupo manipulado; puesto que éste método de análisis permite la comparación de los dos escenarios (antes de la propuesta y después de la propuesta) de la variable dependiente y la independiente, puesto que para esta investigación sus variables fueron la productividad y el estudio del trabajo en el proceso de fabricación de gabinetes.

Estadística inferencial

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.305) la estadística inferencial se usa para probar hipótesis y evaluar parámetros.

El objetivo de la investigación inferencial es más que describir la distribución de las variables, si no probar la hipótesis y ampliar los efectos alcanzados en la muestra a la población.

Según Hueso y Cascant (2012) la estadística inferencial se ocupa en levantar conclusiones relacionado con la población a partir de la información de la muestra (p.38).

Esta estadística calcula la exactitud con la que la muestra evidencia ciertas singularidades de la población, suele utilizarse para realizar contrastes de hipótesis y estimaciones (p.67).

En lo general se utiliza la prueba de normalidad para definir si será pruebas paramétricas o no paramétricas, de tal forma se pueda contrastar la hipótesis.

A través de esta estadística se podrá probar la hipótesis general y las específicas, con el fin de levantar conclusiones acertadas del estudio.

2.7. Aspectos éticos

Para el presente estudio la confidencialidad de la información de la empresa, si hubo consentimiento en el uso de sus datos, puesto que permitió el desarrollo de la investigación.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis descriptivo

3.1.1. Variable Dependiente: PRODUCTIVIDAD

Tabla N° 50: Resultados de productividad

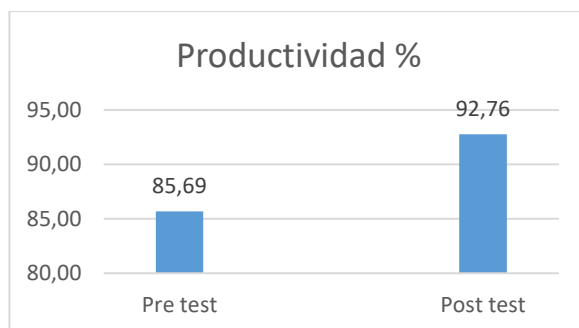
Dia	Productividad PRE TEST	Productividad POST TEST
1	86,95	92,82
2	86,03	93,03
3	84,88	93,05
4	86,21	92,68
5	86,19	92,46
6	84,90	93,10
7	85,17	92,94
8	84,92	92,80
9	86,35	92,75
10	84,96	92,78
11	84,48	92,55
12	84,69	92,89
13	86,55	92,73
14	86,09	92,46
15	86,05	92,91
16	86,17	92,57
17	84,52	92,55
18	86,09	92,66
19	86,57	92,80
20	86,03	92,68
	85,69	92,76

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 50, muestra que en promedio la productividad en el cual fue obtenida de la operacionalización de la eficacia y eficiencia Pre test es de 85.69%, y después de la aplicación del estudio del trabajo la productividad, post test, paso a ser 92.76%, lo que significa que se incrementó un 8.25%, en el cual explica que el estudio del trabajo permite aumentar la productividad tras el mejor aprovechamiento del tiempo(eficiencia) en el proceso de fabricación de gabinetes.

En la siguiente figura se muestra el aumento de la productividad, tras la reducción del tiempo de fabricación:

Figura N° 32: Comparación de la productividad



Fuente: Elaboración propia

3.1.1.1. Dimensión 1: Eficiencia

Tabla N° 51: Resultados de eficiencia

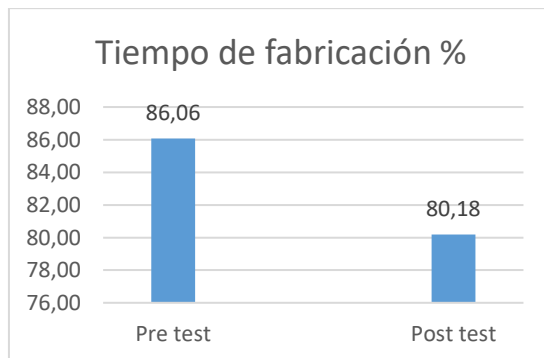
Dia	Eficiencia PRE TEST	Eficiencia POST TEST
1	86,26	87,53
2	94,45	80,62
3	73,63	67,17
4	87,00	94,41
5	94,27	81,12
6	88,34	73,85
7	95,40	80,70
8	88,32	87,56
9	86,86	80,86
10	73,57	80,84
11	88,78	81,04
12	81,18	80,74
13	72,22	74,14
14	87,12	67,60
15	94,42	80,72
16	87,04	87,77
17	88,74	67,53
18	79,86	80,94
19	86,64	87,56
20	87,18	80,92
	86,06	80,18

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 51, muestra que en promedio la eficiencia en el cual fue obtenida por el indicador tiempo de fabricación Pre test es de 86.06%, y después de la aplicación del estudio del trabajo el tiempo de fabricación, post test, paso a ser 80.18%, lo que significa que se redujo 6.83%, es decir que el estudio del trabajo permite reducir el tiempo de fabricación de lotes dentro de un límite de tiempo.

En la siguiente figura se muestra la reducción del tiempo de fabricación de gabinetes:

Figura N° 33: Comparación de la eficiencia



Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2. Dimensión 2: Eficacia

Tabla N° 52: Resultados de eficacia

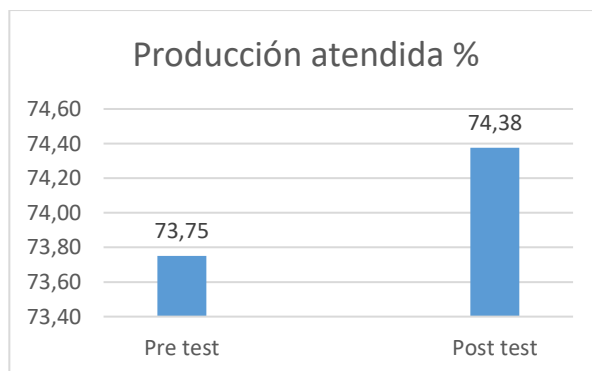
Dia	Eficacia PRE TEST	Eficacia POST TEST
1	75,00	81,25
2	81,25	75,00
3	62,50	62,50
4	75,00	87,50
5	81,25	75,00
6	75,00	68,75
7	81,25	75,00
8	75,00	81,25
9	75,00	75,00
10	62,50	75,00
11	75,00	75,00
12	68,75	75,00
13	62,50	68,75
14	75,00	62,50
15	81,25	75,00
16	75,00	81,25
17	75,00	62,50
18	68,75	75,00
19	75,00	81,25
20	75,00	75,00
	73,75	74,38

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 52, muestra que en promedio la eficacia en el cual fue obtenida por el indicador producción atendida Pre test es de 73.75%, y después de la aplicación del estudio del trabajo la producción atendida, post test, paso a ser 74.38%, lo que significa que se incrementó un 0.85%, en el cual explica que el estudio del trabajo permite realizar mas unidades tras la reducción de tiempos de fabricación por unidad.

En la siguiente figura se muestra el aumento de la producción de gabinetes:

Figura N° 34: Comparación de la eficacia



Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Variable Independiente: ESTUDIO DEL TRABAJO

3.1.2.1. Dimensión 1: Estudio de tiempo

Tabla N° 53: Resultados de estudio de tiempo

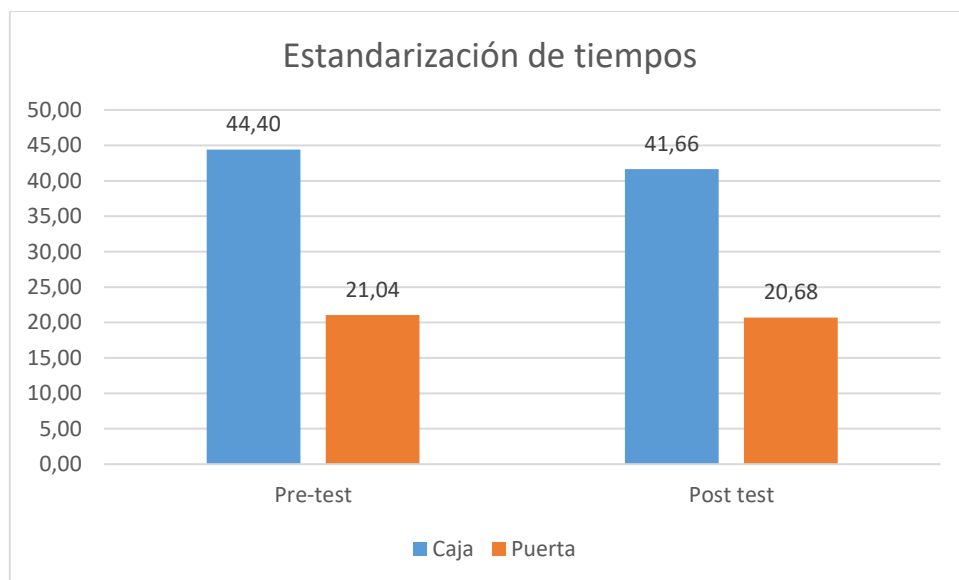
Partes del gabinete	Estándarización de tiempos (min.) PRE TEST	Estándarización de tiempos (min.) POST TEST
Caja	44,40	41,66
Puerta	21,04	20,68

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 53, muestra que el estudio de tiempo cual fue obtenida por el indicador estandarización de tiempo Pre test es de 44.40 min.(caja) y 21.04 min.(puerta), y después de la eliminación de subactividades, remplazo de máquinas manuales y el fortalecimiento del trabajo en equipo, se pudo replantear el estudio de tiempo logrando un post test de 41.66 min.(caja) y 20,68 min.(puerta), lo que significa que hubo una disminución de 6.17% (caja) y 1.71% (puerta), en el cual explica que tras las mejoras realizadas se logró reducir tiempo del proceso, y así establecer un nuevo estándar de tiempo para la fabricación de gabinetes.

A continuación, se muestra a través del grafico la reducción del tiempo estándar:

Figura N° 35: Comparación del estudio de tiempos



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2. Dimensión 2: Estudio de métodos

Tabla N° 54: Resultados de estudio de métodos

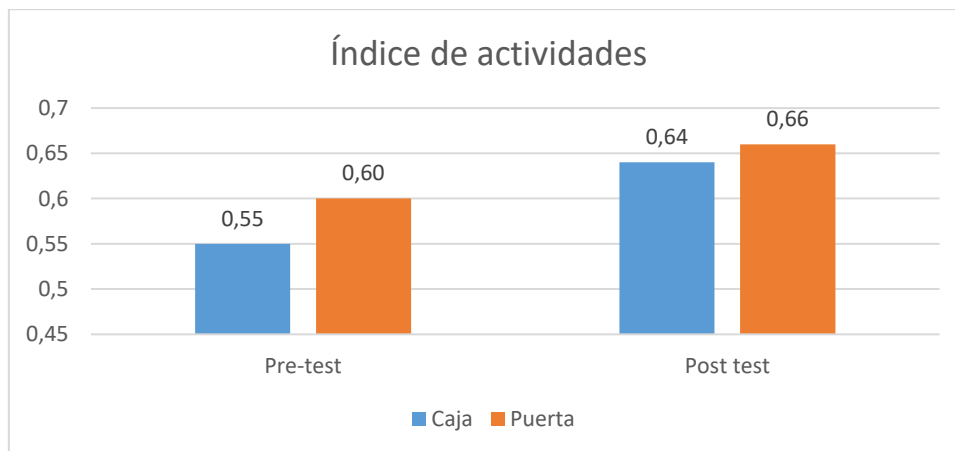
Partes del gabinete	Índice de actividades PRE TEST	Índice de actividades POST TEST
Caja	0,55	0,64
Puerta	0,60	0,66

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 54, muestra índices del estudio de métodos en el cual fue obtenida por el indicador, índice de actividades, en el cual se obtuvo en el Pre test un 0.55 (caja) y 0.60 (puerta), y después de la mejora (eliminación de subactividades, remplazo de máquinas manuales y el fortalecimiento del trabajo en equipo) se pudo replantear el método logrando un post test de 0.64 (caja) y 0.66 (puerta), lo que significa que hubo un incremento porcentual en el índice con un 16.36% (caja) y 10% (puerta), en el cual explica que tras las mejoras realizadas se logró eliminar subactividades que no agregan valor al proceso, incrementando así los índices; dando entender que el resultado del indicador muestra que existe más actividades que agregan valor que las que no.

A continuación, se muestra a través del grafico el cambio positivo de los índices de actividades:

Figura N° 36: Comparación del estudio de métodos



Fuente: Elaboración propia

3.2. Análisis inferencial

3.2.1. Hipótesis General

- H_a : La aplicación del Estudio del trabajo mejora la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la productividad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para el caso del estudio la muestra está compuesta por 20 datos, es decir la muestra es ≤ 30 , por consiguiente se procedió con el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

Tabla N° 55: Pruebas de normalidad

Tests of Normality			
	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Productividad ANTES	,887	20	,024
Productividad DESPUÉS	,968	20	,708

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Fuente: Elaboración propia con SPSS

De la tabla 55, se puede observar que la significancia de las productividades, antes es de 0.024 es decir menor de 0.05 y después con 0.708 mayor a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no paramétricos. Dado que lo que se quiere es saber si la productividad ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la Hipótesis General

- H_0 : La aplicación del Estudio del trabajo no mejora la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019
- H_a : La aplicación del Estudio del trabajo mejora la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla N° 56: Resultados del análisis de Wilcoxon

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Productividad ANTES	20	85,69 %	,776508128927 497 %	84,48 %	86,95 %
Productividad DESPUÉS	20	92,76 %	,189984252608 334 %	92,46 %	93,10 %

Fuente: Elaboración propia con SPSS

De la tabla 56, ha quedado demostrado que la media de la productividad antes (85.69%) es menor que la media de la productividad después (92.76%), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del Estudio del trabajo mejora la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el *pvalor* o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 57: Análisis de significancia de los resultados de Wilcoxon

Test Statistics ^a	
	Productividad DESPUÉS - Productividad ANTES
Z	-3,920 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Fuente: Elaboración propia con SPSS

De la tabla 57 se puede observar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del Estudio del trabajo mejora la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

3.2.2. Hipótesis Específicas

3.2.2.1. Primera hipótesis específica

- La aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficiencia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la eficiencia antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para el caso del estudio la muestra está compuesta por 20 datos, es decir muestra es ≤ 30 , por consiguiente se procedió con el análisis de normalidad mediante del estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

Tabla N° 58: Pruebas de normalidad

Tests of Normality			
	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Eficiencia ANTES	,876	20	,015
Eficiencia DESPUÉS	,892	20	,030

a. Lilliefors Significance Correction

Fuente: Elaboración propia con SPSS

De la tabla 58 se puede observar que la significancia de las eficiencias, antes es de 0.015y después 0.030, tienen valores menores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no paramétricos. Dado que lo que se quiere es saber si la eficiencia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la primera hipótesis específica

- Ho: La aplicación del Estudio del trabajo no mejora la eficiencia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019
- Ha: La aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficiencia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

Regla de decisión:

$$H_o: \mu_a \leq \mu_d$$

$$H_a: \mu_a > \mu_d$$

Tabla N° 59: Resultados del análisis de Wilcoxon

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Eficiencia ANTES	20	86,06 %	6,84186850087 9954 %	72,22 %	95,40 %
Eficiencia DESPUÉS	20	80,18 %	7,22471612334 1140 %	67,17 %	94,41 %

Fuente: Elaboración propia con SPSS

De la tabla 59 ha quedado demostrado que la media de la eficiencia antes (86.06%) es mayor que la media de la productividad después (80.18%), por consiguiente no se cumple **H₀**: $\mu_a \leq \mu_d$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficiencia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el *pvalor* o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficiencias.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula
Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 60: Análisis de significancia de los resultados de Wilcoxon

Test Statistics ^a	
	Eficiencia DESPUÉS - Eficiencia ANTES
Z	-2,165 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,030

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

Fuente: Elaboración propia con SPSS

De la tabla 60 se puede observar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficiencia antes y después es de 0.030, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficiencia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

3.2.2.2. Segunda hipótesis específica

- La aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficacia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la eficacia antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para el caso del estudio la muestra está compuesta por 20 datos, es decir muestra es ≤ 30 , por consiguiente se procedió con el análisis de normalidad mediante del estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

Tabla N° 61: Pruebas de normalidad

Tests of Normality			
	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Eficacia ANTES	,812	20	,001
Eficacia DESPUÉS	,880	20	,018

a. Lilliefors Significance Correction

Fuente: Elaboración propia con SPSS

De la tabla 61 se puede observar que la significancia de las eficacias, antes es de 0.001 y después 0.018, tienen valores menores a 0.05, por consiguiente a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no paramétricos. Dado que lo que se quiere es saber si la eficacia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la primera hipótesis específica

- H_0 : La aplicación del Estudio del trabajo no mejora la eficacia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

- H_a : La aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficacia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a: \mu_a < \mu_d$$

Tabla N° 62: Resultados del análisis de Wilcoxon

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Eficacia ANTES	20	73,75 %	5,94658 %	62,50 %	81,25 %
Eficacia DESPUÉS	20	74,37 %	6,69471 %	62,50 %	87,50 %

Fuente: Elaboración propia con SPSS

De la tabla 62 ha quedado demostrado que la media de la eficacia antes (73.75%) es menor que la media de la productividad después (74.37%), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficacia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el *pvalor* o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficacias.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 63: Análisis de significancia de los resultados de Wilcoxon

Test Statistics ^a	
	Eficacia DESPUÉS - Eficacia ANTES
Z	-,354 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,723

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Fuente: Elaboración propia con SPSS

De la tabla 63 se puede observar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia antes y después es de 0.723, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se acepta la hipótesis nula y se rechaza que la aplicación del Estudio del trabajo mejora la eficacia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, Puente Piedra, 2019.

IV. DISCUSIÓN

La investigación realizada muestra que, al aplicar la herramienta del estudio del trabajo para mejorar la productividad en la fabricación de gabinetes de la empresa Arai Industrial sac, se logra cumplir con casi todos los objetivos propuestos, como también contrastar la hipótesis planteada de que la aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa Arai industrial sac, Puente Piedra, 2019, mediante la reducción de tiempos y actividades que no agregan valor, como también el cambio de máquinas manuales y el fortalecimiento del trabajo en equipo; pues todo aquello dio el incremento de la eficiencia y la productividad, donde el cual se pudo observar las mejoras en el tiempo de fabricación de gabinetes por lotes.

1. Los resultados de la productividad comprueban que el estudio del trabajo afecta positivamente a la producción de gabinetes, ya que antes la productividad tenía una media de 85.69% puesto que este índice mostraba el comportamiento de la producción frente a las causas de la baja productividad en el proceso de fabricación como: manipulación inadecuada del producto semiterminado, movimientos inadecuados, Operaciones no estandarizadas, continuo cambio de piezas de soldar, Medidas erróneas, obstrucción de la rutas por el desorden del producto terminado, alto nivel ruido, herramientas desordenadas, comunicación deficiente, errores humanos, tiempo improductivo, distracciones y averías en máquinas manuales.

Y después la productividad con una media de 92.76%, obteniendo un incremento de 8.25%. Esta mejora es respaldada por ARANA, José (2015), en su tesis “Aplicación de técnicas de estudio de trabajo para incrementar la productividad del área de conversión en una planta de producción de lijas” pues en su estudio tuvo un incremento de productividad en el área de conversión en los procesos de flexionados de rollos con 18.6%, en el cortado de hojas con 23.9% y finalmente con 19.4% para el cortado de rollos.

Pues el estudio tuvo como objetivo aplicar el estudio de trabajo para incrementar su productividad ya que tuvo problemas como estancamiento en los niveles de producción y disminución gradual de la actividad productiva, de tal manera la causa de eso fue un cuello de botella en el área de conversión por deficiente control, la solución para ello fue aplicar las técnicas, como el estudio de tiempos y de métodos de trabajo.

Respecto al estudio de ARANA, sus problemas se asemejan con la presente investigación principalmente por el deficiente control en el área productiva, pues en el proceso de fabricación también se presenta disminución gradual de las actividades, puesto que a través de la utilización de la herramienta del estudio del trabajo, se hizo frente a las deficiencias encontradas.

También la mejora de la productividad del presente estudio es respaldada por FONSECA, Ismael (2015), en su estudio “Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera, en “MUEBLES FONSECA” pues su estudio tuvo como objetivo optimizar los procesos dentro de la fabricación de las puerta de madera, a través de la aplicación de la ingeniería de métodos con la finalidad de mejorar la productividad en las área de armado, lacado, empacado; ya que tiene algunos problemas en el área de estudio como el retraso en la fabricación de modo que desprestigiaba a la empresa, que como consecuencia no cumplía con los plazos y la falta de seguridad en el área de fabricación. Como causa de los problemas apuntó al tiempo, es por lo cual el investigador utilizó el estudio de métodos, proponiendo establecer sistemas adecuados para la fabricación y una estandarización de tiempos de sus actividades dentro del proceso para un mejoramiento continuo; y después de la ejecución tubo un mejoramiento en la fabricación, ya que pudo ahorrar tiempo en el proceso y reducir actividades del proceso de fabricación comparando con lo tradicional.

Respecto al estudio de FONSECA tuvo el mismo problema de los retrasos con la presente investigación, ya que fue generada mayormente por la falta de estandarización de las operaciones, en el cual fue la principal causa o de mayor peso de la baja productividad, pues que para ello se realizó cambios en el método de trabajo y así replantear un nuevo tiempo para la fabricación de las partes del gabinete.

2. Observando los resultados de la eficiencia en el proceso de fabricación, la eficiencia resultó como media Antes con un 86.06% y Después la eficiencia dio como media 80.18%, dando a entender que la utilización del tiempo para la fabricación de gabinetes se redujo en un 6.83% tras las mejoras realizadas. Este resultado es respaldado por FONSECA, Ismael (2015), en su tesis “Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera, en MUEBLES FONSECA” pues el estudio tuvo como resultado un mejoramiento en la fabricación de puertas, tras la aplicación de la ingeniería de métodos obteniendo una reducción o ahorro de 16% de su tiempo del proceso de fabricación.

Respecto al estudio de FONSECA tuvo el mismo problema de los retrasos con la presente investigación, ya que fue generada mayormente por la falta de estandarización de las operaciones, pues fue la principal causa o de mayor peso de la baja productividad, y fue confrontada con las técnicas del estudio del trabajo, como el estudio de tiempos que se realizó en el proceso de fabricación con la finalidad de evaluar la eficiencia antes y después. Pues la eficiencia del presente estudio se muestra como la utilización del tiempo disponible o tiempo de fabricación por lote que se genera diariamente, en donde después de la mejora, se llegó a utilizar menos tiempo de lo tradicional, logrando un ahorro de tiempo o disminución de la utilización del tiempo disponible en un 6.83% en el proceso de fabricación.

La eficiencia del presente estudio es respaldada por LEMA, Reymi (2015), en su tesis “Estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de manteles de la empresa ALY ARTESANÍAS para mejorar la productividad” pues tuvo como objetivo optimizar los tiempos y movimientos de los procesos de producción de manteles, en el cual se pueda tener un estándar para la eficiencia y en sus lineamientos respecto a la gestión por procesos; para ello utilizó varias técnicas del estudio del trabajo como diagramas de flujos, puesto que concluyó que la eficiencia aumentó en un 7%, donde utilizó la técnica de balanceo de líneas para obtener el número de operarios necesarios en las actividades del proceso.

También la eficiencia del presente estudio es respaldada por ABANTO, Carlos (2017), en su tesis “Aplicación del estudio de trabajo para la mejora de la productividad en el área de corte de la empresa industrias metálicas El Redentor S.A. – Lima, 2017”, pues el investigador tuvo como objetivo determinar como el estudio de trabajo mejora la productividad en el área de corte, ya que el principal problema de ésta empresa fue la baja productividad por las diferentes causas que fueron justificadas para el uso del estudio de trabajo. Una de las propuestas de solución del investigador es la aplicación del estudio de trabajo y como dimensiones el estudio de tiempos y de métodos en el área de producción. El estudio logró observar un incremento de 16.93% en la eficiencia gracias al análisis y reducción de tiempos normales.

Respecto al estudio de ABANTO utilizó el estudio del trabajo para incrementar su eficiencia, en el cual tuvo la tarea de reducir los tiempos de las actividades, de igual manera el presente estudio también tuvo que reducir tiempos, con la finalidad de reducir el índice de eficiencia en el cual fue favorable para el calculo de la productividad, donde la formula del estudio indica que, mientras el índice de eficiencia sea menor(Tiempo de fabricación) mayor será la productividad del proceso de fabricación; dando entender que la investigación de ABANTO también utiliza el tiempo como recurso para el cálculo de la eficiencia.

3. Por último, la eficacia del proceso de fabricación tuvo una mejora de 0.85%, ya que la media de Antes era de 73.75% y la media de la eficacia Después es de 74.38%. Pues el resultado es respaldado por ABANTO, Carlos (2017) en su tesis “Aplicación del estudio del trabajo para la mejora de la productividad en el área de corte de la empresa Industrias metálicas El redentor sa” pues en su estudio aplicaron las dimensiones del estudio tiempos y el estudio de métodos en el área de producción, pues como consecuencia tuvo un incremento de su eficacia en un 12.12% tras la reducción de actividades innecesarias.

Respecto al estudio de ABANTO muestra su incremento de su índice de eficacia, como resultado de la reducción de las actividades innecesarias, puesto que para el presente estudio también se aplicó, y se logró la reducción de tiempos del proceso de fabricación logrando terminar mas rápido los lotes de producción, pero por otro lado, la producción de la empresa es por lote,

es decir un número límite de unidades que se fabrican por día, en el cual no se puede producir de más aunque se haya ahorrado tiempo, por ello que la eficacia no fue de gran relevancia. Pero cabe recalcar que se pudo ampliar la capacidad de producción por día a 14 unidades a comparación de antes de 13 unidades dentro del turno de trabajo diario. De tal modo se pudo realizar un lote dentro del turno de trabajo de 14 unidades después de la mejora, logrando un incremento de 0,85% de eficacia corroborado que la reducción de actividades innecesarias aumenta la eficacia.

V. CONCLUSIONES

Antes de realizar las mejoras se determinó que el estudio solo es dirigido al proceso de fabricación de gabinetes que rodean a las medidas estándar y no para los demás. A si mismo, al desglosar las actividades en sub actividades de dicho proceso, en la situación del método inicial, se registró el número de sub actividades que agregaban valor, donde las cajas eran de 55 % y en las puertas de 60 % sub actividades; por otro lado, la medición del tiempo inicial permitió realizar el tiempo estándar para las cajas con 44.40 min y las puertas 21.04 min.

1. Para mejorar la productividad se tenía en claro que se debía realizar un mejor método de trabajo y así mismo reducir los tiempos de fabricación, pues la aplicación del estudio del trabajo permitió mejorar la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, donde se registró un incremento de la productividad de 8.25%, pues el favorable resultado se dio tras el aumento de las sub actividades que agregan valor pues pasaron a ser 64% para las cajas y 66% para las puertas; y también la determinación del nuevo cálculo del tiempo estándar con 41.66 min para las cajas y 20.68 min, permitiendo planificar la máxima producción con 3 operarios involucrados directamente con el producto.

2. Respecto a la eficiencia del proceso, se logró resultados favorables, pues la aplicación del estudio del trabajo permitió mejorar la eficiencia en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, pues se obtuvo un ahorro del tiempo de fabricación con una reducción del índice de eficiencia de 6.83%, logrando así un mejor uso de los recursos (tiempo), pues todo ello se dio tras el fortalecimiento del trabajo en equipo, cambio de máquinas manuales que fueron piezas fundamentales para la reducción de tiempos .

3. En cuanto la eficacia del proceso, se logró resultados favorables, pues la aplicación del estudio del trabajo no realizó cambios de manera tan significativas en el proceso de fabricación de gabinetes de la empresa ARAI INDUSTRIAL SAC, ya que la empresa trabaja por lotes, por ende tiene límites de fabricación por día, y no produce de más, por lo cual la eficacia no tuvo un papel tan relevante en esta investigación, pues la eficacia tuvo un incremento de 0.85%, en el cual este aumento fue resultado de un lote que pudo llegar a 14 unidades tras la reducción del tiempo dentro del límites del tiempo turno, pues antes para realizar esta cantidad de unidades sobresalía del tiempo turno y lo concluían el siguiente día.

VI. RECOMENDACIONES

Después de concluir con la investigación y demostrado que tras la aplicación del estudio del trabajo logra mejorar la productividad en el proceso de fabricación de gabinetes estándar, se recomienda los siguientes puntos para futuras investigaciones:

1. La aplicación de la herramienta se puede utilizar en toda la empresa, ya que es un proyecto con bajo presupuesto y sencillo de aplicar. Pues se recomienda para la productividad, realizar un seguimiento adecuado de los cambios realizados, así como el control de los tiempos estándar ya que la mejora de la productividad se basa en ello, pues antes el seguimiento del trabajo era deficiente; por otro lado, la mejora obtenida 8.25% en la productividad es de un mes, pues para el incremento de este índice es necesario el mantenimiento del nuevo método de trabajo.

2. Para mantener los niveles de eficiencia logrados, se recomienda estar al tanto en los factores del trabajo en equipo y el uso de las máquinas manuales cambiadas ya que son necesarias para la reducción del tiempo, pues en poco tiempo se logró cambios significativos reflejándose en la productividad, pues es recomendable seguir puliendo los factores del trabajo en equipo, ya que la reducción del tiempo se dio en las últimas actividades del proceso, donde involucra más desenvolvimiento manual de los operarios y no de las máquinas o equipos.

3. Finalmente, la eficacia fue un punto no tan relevante en el estudio, pero se pudo realizar un lote de 14 unidades al día a través de las mejoras, ya que antes no se producía esa cantidad dentro de los límites del tiempo del trabajo, puesto el tema de producción de la empresa es por lotes.

Por otro lado, la eficacia tuvo un incremento poco significativo de 0.85%, pues se recomienda seguir dando seguimiento del nuevo método de trabajo; pues en las producciones futuras de 14 unidades se podrá realizar dentro de las 10 horas laborales de la empresa.

REFERENCIAS

- ABANTO, Carlos. Aplicación del estudio de trabajo para la mejora de la productividad en el área de corte de la empresa Industrias Metálicas El Redentor S.A. – Lima, 2017. Tesis (Ingeniero industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12229/Abanto_PCA.pdf?sequence=1
- ANDRADE, Roberto. La industria de la construcción [en línea]. El economista. 30 de enero del 2018. [fecha de consulta: 14 de octubre del 2018]. Disponible en: <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/La-industria-de-la-construccion-20180130-0110.html>
- ARANA, José. Aplicación de técnicas de estudio del trabajo para incrementar la productividad del área de conversión en una planta de producción de lijas. Tesis (Ingeniero industrial). Arequipa: Universidad católica de Santa María, 2015. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/54219693.pdf>
- CARRO, Roberto y GONZALEZ, Daniel. Productividad y competitividad [en línea]. 2012 [fecha de consulta: 14 de octubre 2018]. Disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf
- CHECA, Pool. Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa CONFECCIONES SOL. Tesis (Ingeniero industrial). Lima: Universidad privada del Norte, 2014. Disponible en <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6298/Checa%20Loayza,%20Pool%20Jonathan.pdf?sequence=1>
- CHIAVENATO, Idalberto. Administración de recursos humanos [en línea]. 9ª. ed. México, 2011 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2018]. Disponible en: https://educacionparatodalavida.files.wordpress.com/2016/05/administracion_de_recursos_humanos_9na_e.pdf
IBSN: 978-607-15-0560-6

Estudio de Tiempos: Valoración del Ritmo del Trabajo [artículo en un blog], (13 de agosto del 2016). [fecha de consulta 25 de octubre del 2018]. Recuperado de: <http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html>

FONSECA, Ismael. Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera, en “MUEBLES FONSECA”. Tesis (Ingeniero en Administración Industrial). Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2015. Disponible en <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/486/1/UNACH-EC-IINDUST-2015-0022.pdf>

GARCÍA, Roberto. Estudio del trabajo [en línea]. 2ª. ed. México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2005 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2018]. Disponible en: https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf
IBSN: 970 - 10 - 4657 – 9

HUESO, Andrés y CASCANT, Josep [en línea]. 1ª. ed. España: Editorial Universitat Politècnica de València. 2012 [fecha de consulta: 25 de octubre del 2018]. Disponible en: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%C3%ADa%20y%20t%C3%A9cnicas%20cuantitativas%20de%20investigaci%C3%B3n_6060.pdf?sequence
IBSN: 978-84-8363-893-4

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 5ª. ed. México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2010 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2018]. Disponible en: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
IBSN: 978-607-15-0291-9

KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo [en línea]. 4ª. ed. Ginebra, 1996 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2018]. Disponible en: <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>

IBSN: 92-2-307108-9

LEMA, Reymi. Estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de manteles de la empresa ALY ARTESANÍAS para mejorar la productividad. Tesis (Ingeniero en producción industrial). Quito: Universidad de las Américas, 2015. Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2722/1/UDLA-EC-TIPI-2015-09%28S%29.pdf>

LÓPEZ, Julián, ALARCÓN, Enrique y ROCHA, Mario. Estudio del Trabajo [en línea]. 1ª. ed. México, 2014 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2018]. Disponible en: https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=stnhBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=estdio+del+trabajo+libro+de+lopez+alarcon&ots=U3BJUZeknI&sig=2UDVnyTmXLtJvBxLxzwKi_loP8#v=onepage&q&f=false

IBSN: 978-607-438-913-5

NIÑO, Víctor. Metodología de la investigación [en línea]. 1ª. ed. Colombia: Ediciones de la U, 2011 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2018]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>

IBSN: 978-958-8675-94-7

OROZCO, Eduard. Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa CONFECCIONES DEPORTIVAS TODO SPORT. Chiclayo–2015. Tesis (Ingeniero industrial). Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 2016. Disponible en <https://docplayer.es/52022971-Plan-de-mejora-para-aumentar-la-productividad-en-el-area-de-produccion-de-la-empresa-confecciones-deportivas-todo-sport.html>

- ORTEGÓN, Sebastián. Mejoramiento de la línea de producción de suelas en poliuretano, utilizando el método del estudio del trabajo, en la empresa FORMIPLASS S.A. Tesis (Ingeniero industrial). Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2015. Disponible en <http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/7999/1/T06003.pdf>
- PERÉZ, Raúl. Sector metalmecánico registró crecimiento de 6.1% en primer cuatrimestre 2018 [en línea]. Gestión. 03 de julio del 2018. [fecha de consulta: 14 de octubre del 2018]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/mercados/sector-metalmecanico-registro-crecimiento-6-1-primer-cuatrimestre-2018-237415>
- POSADA, Valentina. Estudio de métodos y tiempos para mejorar la productividad en el sistema de cosecha de un ingenio azucarero. Tesis (Ingeniero Industrial). Palmira: Universidad Pontificia Bolivariana, 2014. Disponible en <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2509/Trabajo%20de%20grado%20Valentina%20Posada%20%283%29.pdf?sequence=1>
- PROKOPENKO, Joseph [en línea]. 1ª. ed. Suiza. 1989 [fecha de consulta: 25 de octubre del 2018]. Disponible en: https://mega.nz/#!CEoDRBKQ!6kiOzzY5ZgPCb2K3uOP-Y_QjdlT2UhhvGsg4vdsTN6k
ISBN: 92-2-305901-1
- RIVERA, Erick. Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá. Tesis (Administrador de Empresas). Quetzaltenango: Universidad Rafael Landívar, 2014. Disponible en <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/01/01/Rivera-Erick.pdf>
- Sectores metal-mecánico, químico y sidero-metalúrgico, con potencial exportador hacia EE.UU. [en línea]. Cámara de comercio Lima. PE. 5 de octubre del 2017. [fecha de consulta: 14 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://camaralima.org.pe/principal/noticias/noticia/sectores-metal-mecanico-quimico-y-sidero-metalurgico-con-potencial-exportador-hacia-ee-uu/913>

SERIES nacionales. Instituto Nacional de Estadística e Informática. [Fecha de consulta 14 de octubre 2018]. Disponible en <http://webapp.i.gob.pe:8080/sirtod-series/>

TAMAYO, Mario y TAMAYO. El proceso de la investigación científica [en línea]. 4ª. ed. México: Editorial Limusa, 2003 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2018]. Disponible en: <https://clea.edu.mx/biblioteca/Tamayo%20Mario%20-%20El%20Proceso%20De%20La%20Investigacion%20Cientifica.pdf>
IBSN: 968-18-5872-7

ULCO, Claudia._Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa INDUSTRIAS ART PRINT. Tesis (Ingeniero industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2015. Disponible en http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/182/ulco_ac.pdf?sequence

ANEXOS

Anexo 1: Validación de instrumentos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ESTUDIO DEL TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
			SI	No	SI	No	SI	No	
	Dimensión 1: Estudio de tiempos	FORMULA							
	TS: Tiempo estándar TN: Tiempo normal S: suplementos	$TS = TN(1 + S)$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: Estudio de métodos	FORMULA							
	IA: Índice de actividades TA: Total de actividades TANAV: Total de actividades que no agregan valor	$IA = \frac{TA - TANAV}{TA}$	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD								
	Dimensión 1: Eficiencia	FORMULA	SI	No	SI	No	SI	No	
	TF: Tiempo de fabricación TU: Tiempo útil TT: Tiempo de turno	$TF = \frac{TU}{TT} \times 100\%$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: Eficacia	FORMULA							
	PA: Producción atendida PR: Producción real PP: Producción programada	$PA = \frac{PR}{PP} \times 100\%$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. Mg. ESTRADA NÚÑEZ SANTIAGO DNI: 08063487

Especialidad del validador: ING. Químico

07 de 11 del 2018

Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ESTUDIO DEL TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO							
	Dimensión 1: Estudio de tiempos							
	FORMULA							
	$TS = TN(1 + S)$							
	TS: Tiempo estándar TN: Tiempo normal S: suplementos							
	Dimensión 2: Estudio de métodos							
	FORMULA							
	$IA = \frac{TA - TANAV}{TA}$							
	IA: Índice de actividades TA: Total de actividades TANAV: Total de actividades que no agregan valor							
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1: Eficiencia							
	FORMULA							
	$TF = \frac{TU}{TT} \times 100\%$							
	TF: Tiempo de fabricación TU: Tiempo útil TT: Tiempo de turno							
	Dimensión 2: Eficacia							
	FORMULA							
	$PA = \frac{PR}{PP} \times 100\%$							
	PA: Producción atendida PR: Producción real PP: Producción programada							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Sí hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] No aplicable []

Aplicable después de corregir []

Apellidos y nombres del juez validador: Jorge Melipartida S. DNI: 10400346

Especialidad del validador: Ing. Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

...de...del 2018

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ESTUDIO DEL TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
			SI	No	SI	No	SI	No	
	Dimensión 1: Estudio de tiempos	FORMULA $TS = TN(1 + S)$ TS: Tiempo estándar TN: Tiempo normal S: suplementos							
	Dimensión 2: Estudio de métodos	FORMULA $IA = \frac{TA - TANAV}{TA}$ IA: Índice de actividades TA: Total de actividades TANAV: Total de actividades que no agregan valor							
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD								
	Dimensión 1: Eficiencia	FORMULA $TF = \frac{TU}{TT} \times 100\%$ TF: Tiempo de fabricación TU: Tiempo útil TT: Tiempo de turno							
	Dimensión 2: Eficacia	FORMULA $PA = \frac{PR}{PP} \times 100\%$ PA: Producción atendida PR: Producción real PP: Producción programada							

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Pa. hoy

Opinión de aplicabilidad: ☒ Aplicable ☐ No aplicable []

Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dni Mg: *Suño h3.2a Ramirez Pasa* DNI: *40608154*

Especialidad del validador: *Ing. Indust. y del M.S. Dirección IT*
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

P. del y Sanabria Ruiz
Ing. Industrial
Medio Ambiente y TI

Firma del Experto Informante.

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

Datos de la empresa	ARAI INDUSTRIAL SAC, proceso de fabricación		Fecha
Datos de la colecta	$TF = \frac{TU}{TT} \times 100\%$		
			Eficiencia
Días	TU	TT	TF
1			
2			
3			
...			
N			

Datos de la empresa	ARAI INDUSTRIAL SAC, proceso de fabricación		Fecha
Datos de la colecta	$PA = \frac{PR}{PP} \times 100\%$		
			Eficacia
Días	PR	PP	PA
1			
2			
3			
...			
N			

Datos de la empresa	ARAI INDUSTRIAL SAC, proceso de fabricación		Fecha
Datos de la colecta	$\frac{Eficacia}{Eficiencia} \times 100\%$		
			Productividad
Días	TF	PA	P
1			
2			
3			

...			
N			

Datos de la empresa	ARAI INDUSTRIAL SAC, proceso de fabricación		Fecha
Datos de la colecta	$IA = \frac{TA - TANAV}{TA}$		
			Índice de actividades
Fabricación	TA	TANAV	IA
Pieza 1			
Pieza 2			
Pieza 3			
...			
N			

Nombre de la pieza		Toma de tiempo de las actividades del proceso de fabricación de gabinetes adosados - ARAI INDUSTRIAL SAC																							
Item	Actividades	Tiempo util Observado en minutos																				Total	Max	Min	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
1																									
2																									
3																									
...																									
N																									

Anexo 3: Acta de aprobación de originalidad de tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Leonidas Manuel Bravo Rojas, coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: "APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE GABINETES, ARAI INDUSTRIAL SAC, PUENTE PIEDRA, 2019", del estudiante SAMATA HUAMAN, DENNIS BRYAN; tiene un índice de similitud de 16 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 19 de octubre del 2019



Dr. LEONIDAS M. BRAVO ROJAS
 Coordinador de Investigación de la EP de
 Ingeniería Industrial

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo 4: Turnitin

Feedback Studio - Mozilla Firefox

https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=1124042495&lang=es&student_user=1&s=1&u=1081487778

feedback studio Dennis Samata Huaman SAMATA-HUAMAN-DPI

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE GABINETES, ARAI INDUSTRIAL SAC, PUENTE PIEDRA, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
SAMATA HUAMAN DENNIS BRYAN (ORCID: 0000-0003-3797-600X)

Resumen de coincidencias

16 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	9 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %	>
3	repository.upb.edu.co Fuente de Internet	<1 %	>
4	cybertesis.unmsm.edu... Fuente de Internet	<1 %	>
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
6	tallerdeinvestigacion.w... Fuente de Internet	<1 %	>

Página: 1 de 134 Número de palabras: 23807

Text-only Report High Resolution Activado

22:54 29/06/2019

Anexo 5: Autorización para la publicación electrónica



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación
(CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Samata Huaman, Dennis Bryan

D.N.I. : 70166179

Domicilio : Av. Alameda Mz. B3 Lt. 04 Urb. La alameda del norte

Teléfono : Fijo : Móvil : 976827938

E-mail : briansamata60@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

☒ Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Industrial

Carrera : Ingeniería Industrial

Título : Ingeniero Industrial

☐ Tesis de Post Grado

☐ Maestría

☐ Doctorado

Grado :

Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Samata Huaman, Dennis Bryan

Título de la tesis:

Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en la fabricación
de gabinetes, Arai Industrial SAC, Puente Piedra, 2019

Año de publicación : 2020

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha : 04/07/2019

Anexo 6: Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Industrial

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Samata Huaman, Dennis Bryan

INFORME TÍTULADO:

Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en
la fabricación de gabinetes, Arai industrial sac, Puente Piedra, 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 19/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 14

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN